



مصائب پرینت سه بعدی

چاپگرهای سه بعدی

3DPE

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
5	مقدمه
<b>عیب یابی پرینت سه بعدی FDM</b>	
6	فهرست نام و تصویر خطاهای پرینت سه بعدی متریال فیلامنت
9	خطای اتمام فیلامنت
10	خطای کالیبراسیون نازل
11	خطای گرفتگی نازل
13	خطای گم شدن پرینت هد
15	خطای شکستگی فیلامنت
17	خطای خوردگی فیلامنت
18	خطای توقف در اواسط پرینت
20	خطای عدم چسبندگی قطعه به بستر
23	خطای خرابی ساپورت (باقت نگهدارنده)
26	خطای لایه اول پرینت
28	خطای محدب شدن یا پاقیلی
29	خطای تاب خوردگی پرینت
31	خطای پرشوندگی یا اینفیل ضعیف
33	خطای شکاف بافت داخلی و خارجی
35	خطای رویت بافت داخلی (سایه ای شدن)
37	خطای ترک خوردگی دیواره پرینت
39	خطای لایه گذاری بد پرینت
42	خطای عدم پرینت لایه ها
44	خطای پرینت کج
46	خطای پرینت سطوح آویزان
49	خطای سطح بد زیر بافت ساپورت
52	خطای چاپ ضعیف با بخشهای باز
55	خطای عدم پرینت بخشهای ظریف
58	خطای زبری سطح پرینت

60	خطای خراش یا کوک پرینت
62	خطای اکستروژن زیاد یا ظاهر رشته ای
63	خطای اکستروژن کم یا ظاهر ضعیف و شکاف دار
64	خطای دمای زیاد نازل یا دفورمگی پرینت
66	خطای حفره ای یا بالشی شدن بالای پرینت
68	خطای پرز یا مویی شدن (ریتراکشن)
72	خطای دقت ابعاد پرینت
75	خطای شیفت یا جابجایی لایه
81	خطای پل زنی بد پرینت
83	خطای عدم جدا شدن بستر پرینت
85	خطای بالا رفتن بستر پس از اتمام پرینت
86	مشکلات مرسوم نرم افزار اسلایسر
87	مشکلات فایل سه بعدی ناسازگار با پرینت سه بعدی
<b>عیب یابی پرینت سه بعدی SLA</b>	
90	خطای رزین سرد
92	خطای پرینت سریع و بی کیفیت رزین
93	خطای عدم چسبندگی پرینت رزینی
96	خطای جابجایی یا شیفت پرینت رزینی
99	خطای ترک خوردگی پرینت رزینی
101	خطای بخشهای زائد سطح پرینت رزینی



چاپگر سه بعدی شما می تواند چیزهای شگفت انگیزی تولید کند. با این حال، مطمئناً با لحظه های اعصاب خردکنی برخورد خواهید کرد که ساخت یک قطعه باعث دردسرهای زیاد گردد. با وجود ساعتها پرینت و هدر رفتن متریال، نهایتاً چندین قطعه نیمه ساخته زشت نصیبتان می شود که بدجوری توی ذوقتان می زنند و هنوز هم نفهمیده اید منشاء این مشکل لعنتی کجاست.

این خطاها عمدتاً برای افرادی که به تازگی کار با پرینتر سه بعدی را شروع کرده اند، رخ میدهد و تا حدی طبیعی است. دانستن نحوه جلوگیری از ایجاد خطاهای مرسوم 3D Printing و نهایتاً نحوه عیب یابی و رفع سریع مشکلاتی که ناگهان با آن مواجه میشوید، سبب صرفه جویی در هزینه، زمان شده و درگیر لحظات ناراحت کننده و پر استرس نخواهید شد.

در این کتابچه خطاهای مرسوم پرینت سه بعدی متریال ترموپلاستیک (فیلامنت) و عمده ترین مشکلات چاپ سه بعدی متریال رزین را بررسی می کنیم.



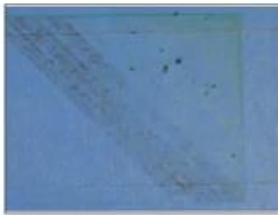
### تقسیم بندی کلی مشکلات چاپ سه بعدی FDM و SLA

- چاپ انجام نمی شود
- چاپ اواسط کار خراب می شود
- چاپ ظاهر بدی دارد
- خطاهای پیکربندی اولیه غلط نرم افزار چاپگر
- خطاهای مربوط به مدلسازی سه بعدی ناسازگار (فایل سه بعدی بی کیفیت)

قبل از هر گونه تغییر سخت افزاری یا نرم افزاری در پرینتر سه بعدی خودتان، مطمئن شوید گارانتی دستگاه را نقض نکرده یا ناخواسته صدمه‌ای به چاپگر وارد نخواهید کرد (اگر تجربه دست به آچار شدن ندارید از شخص ماهری کمک بگیرید). همچنین توجه داشته باشید که مشکلات مربوط به خرابی قطعات الکترونیک در هر دستگاه (با توجه به نوع سخت افزار استفاده شده) علائم متغیری داشته و باید از شرکت سازنده کمک بخواهید و نمیتوان یک راهنمای دقیق و کلی در اینجا تعریف کنیم.

## لیست رایج‌ترین خطاهای پرینتر سه بعدی FDM (متریال ترموپلاستیک یا فیلامنت)

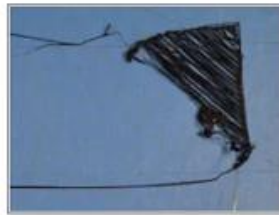
- Not Extruding At Start : عدم اکستروژن فیلامنت هنگام شروع کار
- Not Sticking To Bed : عدم چسبندگی به بستر
- Under-Extrusion : تزریق پایین اکستروژر
- Over-Extrusion : تزریق بیش از حد اکستروژر
- Gaps in Top Layers : شکاف لایه‌های بالایی
- Stringing or Oozing : رشته‌ای شدن
- Overheating : سوختگی و دمای اضافه
- Layer Shifting : تغییر و جابجایی لایه
- Layer Separation and Splitting : جدا شدن و افتادگی لایه
- Grinding Filament : فیلامنت شکسته و خرد
- Clogged Extruder : گرفتگی نازل
- Stops Extruding Mid Print : قطع اکستروژر اواسط چاپ
- Weak Infill : پرشوندگی ضعیف
- Blobs and Zits : قطره‌ای و حبابی شدن
- Gaps Between Infill and Outline : شکاف بین لایه درونی و بیرونی
- Curling or Rough Corners : پیچش یا گوشه‌های خراب
- Scars on Top Surface : خراش روی سطح
- Gaps in Floor Corners : شکاف لایه‌ها در گوشه سطح
- Lines on the Side of Print : خط‌های اضافه روی سطح پرینت
- Vibrations and Ringing : نوسان و حلقه‌ای شدن
- Gaps in Thin Walls : شکاف دیواره‌های نازک
- Small Features Not Printed : عدم پرینت جزئیات ظریف و کوچک
- Inconsistent Extrusion : اکستروژر ناهماهنگ
- Warping (Wrapping) : تاب خوردگی (جدا شدن) کف قطعه از بستر
- Poor Surface Above Supports : سطح لایه ضعیف بالای ساپورت
- Dimensional Accuracy : عدم تطابق اندازه هندسی مدل سه بعدی با قطعه
- Poor Bridging : افتادگی لایه، شکاف، گود در نواحی معلق



**Not Extruding at Start of Print**

Printer does not extrude plastic at the beginning of the print

عدم شروع پرینت



**Not Sticking to the Bed**

The first layer does not stick to the bed and the print quickly fails

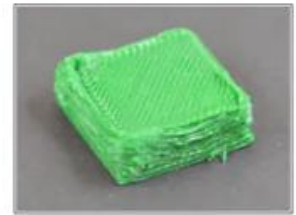
عدم چسبندگی لایه اول پرینت



**Under-Extrusion**

Printer does not extrude enough plastic, gaps between perimeters and infill

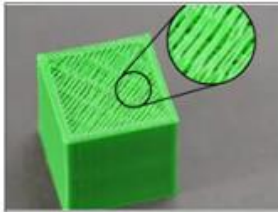
اکستروژن ناقص



**Over-Extrusion**

Printer extrudes too much plastic, prints looks very messy

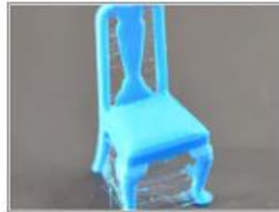
اکستروژن زیاد



**Gaps in Top Layers**

Holes or gaps in the top layers of the print

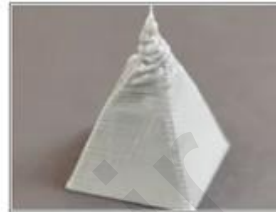
خالی شدن لایه بالایی



**Stringing or Oozing**

Lots of strings and hairs left behind when moving between different sections of the print

پرر یا مویی شدن



**Overheating**

Small features become overheated and deformed

دمای زیاد نازل



**Layer Shifting**

Layers are misaligned and shift relative to one another

شیفت یا جابجایی لایه



**Layer Separation and Splitting**

Layers are separating and splitting apart while printing

جدا شدن و ترک خوردگی لایه ها



**Grinding Filament**

Plastic is being ground away until the filament no longer moves, otherwise known as "stripped" filament

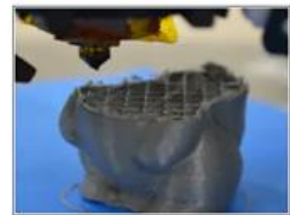
زدگی رشته فیلامنت



**Clogged Extruder**

Extruder is clogged or jammed and will no longer extrude plastic from the nozzle tip

گرفتگی نازل



**Stops Extruding Mid Print**

Printer stops extruding plastic randomly in the middle of a print

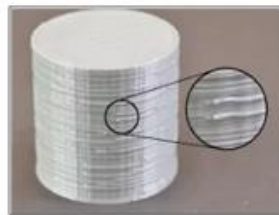
توقف در اواسط پرینت



**Weak Infill**

Very thin, stringy infill that creates a weak interior and does not bond together well

پرشوندگی ضعیف



**Blobs and Zits**

Small blobs on the surface of print, otherwise known as zits

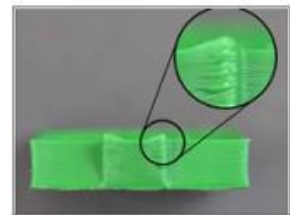
حبابی شدن سطح پرینت



**Gaps Between Infill and Outline**

Gaps between the outline of the part and the outer solid infill layers

خالی شدن دیواره داخلی

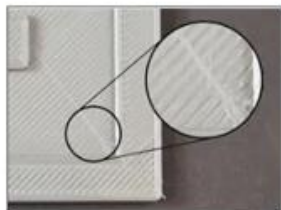


**Curling or Rough Corners**

Corners of the print tend to curl and deform after they are printed

پرینت بد شکل



**Scars on Top Surface**

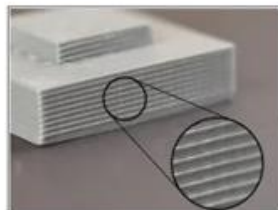
The nozzle drags across the top of the print and creates a scar on the surface

خط درز یا کوک پرینت

**Gaps in Floor Corners**

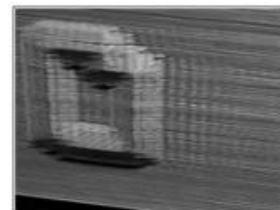
Gaps in the corners of the print, where the top layer does not join to the outline of the next layer

توخالی شدن دیواره پایینی

**Lines on the Side of Print**

Side walls are not smooth, lines are visible on the side of the print

خطوط برجسته دیواره جانبی

**Vibrations and Ringing**

Vibrations that cause oscillations on the surface of the print, otherwise known as "ringing"

رگه شدن یا زبیری سطح پرینت

**Gaps in Thin Walls**

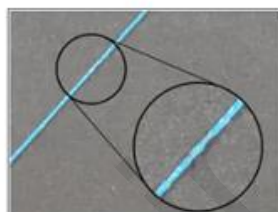
Gaps between thin walls of the print where the perimeters do not touch

توخالی شدن دیواره های نازک

**Small Features Not Printed**

Very small features are not printed or are missing from the software preview

عدم پرینت بخشهای ظریف

**Inconsistent Extrusion**

Extrusion amount tends to vary and is not consistent enough to produce an accurate shape

اکستروژن خراب

**Warping**

Warping of large parts, particularly with high temperature materials such as ABS

تاب خوردگی لایه اول پرینت

**Poor Surface Above Supports**

Poor surface quality on the underside of the part where it touches the support structures

کیفیت بد سطح ساپورت گذاری

**Dimensional Accuracy**

Dimensional issues where the measured dimensions do not match the original design intent

خطای دقت ابعاد

**Poor Bridging**

Sagging, drooping, or gaps between the extruded segments of your bridging regions

پل زنی ضعیف



## مشکلات چاپ سه بعدی FDM

## هیچ چیزی چاپ نمی شود

ممکن است هر چه تلاش کنید پرینتر سه بعدی شما شروع بکار نکند و هیچ فیلامنتی از هات اند دستگاه خارج نشود یا اینکه تنها چند دقیقه کوتاه، کف مدل چاپ می شود ولی اکستروژن فیلامنت متوقف و نازل به چاپ در هوا ادامه می دهد! دلایل احتمالی بروز این مشکلات متعدد است.

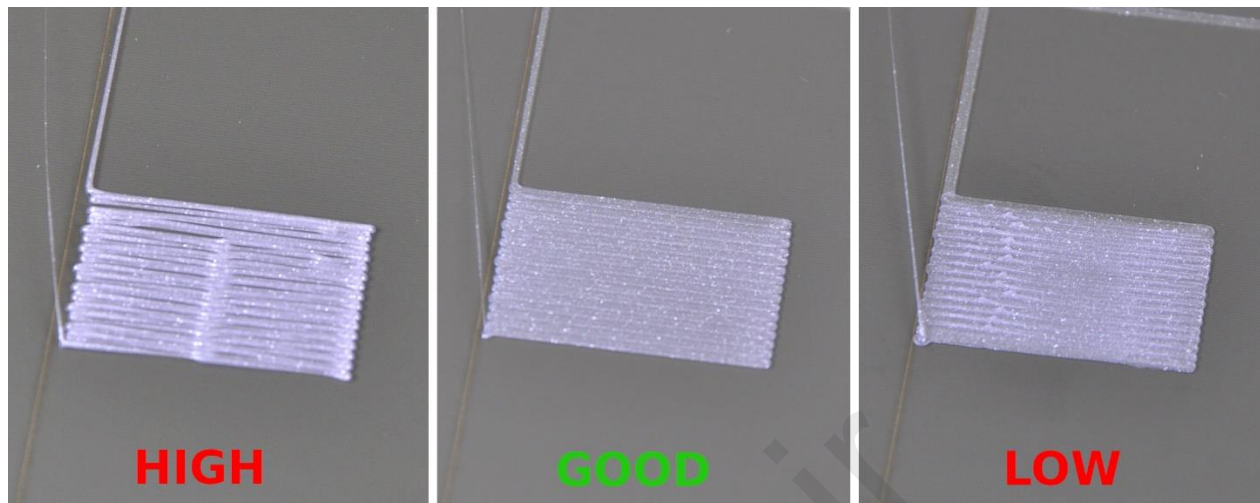
## 1. خطای اتمام متریکال فیلامنت:



جدیدا اکثر چاپگرهای سه بعدی دارای سنسور هستند و اگر رشته رول فیلامنت نزدیک به اتمام باشد یا کلاً فیلامنت تمام شده باشد، آنرا به کاربر اعلام و عملیات پرینت پاز میشود. همچنین در چاپگرهای ایرانی یا مونتاژی مانند دستگاههای Prusa که رول فیلامنت در معرض دید کامل است، این خطا خیلی زود روشن می شود و از چشم دور نمی ماند؛ اما در برخی چاپگرهای برند خارجی مانند دستگاههای XYZ DaVinci، Cel Robox و Ultimaker، MakerBot، AnyCubic... تشخیص فوری این مشکل دشوار است چون در دستگاه های مذکور سوار کردن متریکال فیلامنت یا داخل طراحی دستگاه قرار می گیرد یا پشت آن پنهان می شود.

همیشه قبل از شروع چاپ، به رول فیلامنت دستگاه نگاه کنید تا ببینید که آیا چیزی باقی مانده است یا خیر. اگر فکر می کنید مقدار فعلی فیلامنت کفاف قطعه شما را نمیدهد یا واقعا رول فعلی تمام شده، باید از یک بسته جدید استفاده کنید. به همین سادگی و خوشمزگی! در صورت نیاز، طبق راهنمای شرکت سازنده باقیمانده فیلامنت را خارج کنید و سپس متریکال جدید را به دستگاه وارد نمایید.

## 2. نزدیکی بیش از حد نازل به بستر چاپ:

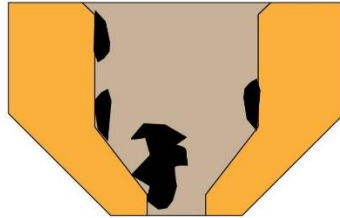


با وجود بارگذاری فیلامنت و حرکت پرینت‌هد، فیلامنت بدرستی روی بستر دپوزیت نمی‌شود و دلیل روشنی برای آن وجود ندارد.

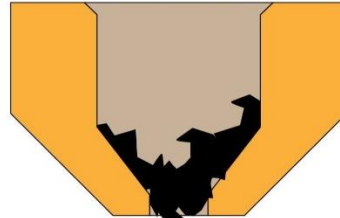
امکان دارد که نازل شما به بستر چاپ خیلی نزدیک باشد. اگر بستر چاپ را طوری تنظیم کرده باشید که فاصله خیلی کمی با دهانه نازل داشته باشد، بعید است که فیلامنت ذوب شده فضایی برای خروج پیدا کند. در بهترین حالت، اولین لایه های چاپ از دست می‌رود و پس از خروج فیلامنت نیز شانس چندانی برای چسبیدن متریال به بستر وجود ندارد. در بدترین حالت، مقداری از فیلامنت سوخته سخت شده در هات‌اند انباشته می‌شود و احتمالاً منجر به انسداد آن می‌گردد.

با کالیبره کردن یا ترازبندی بستر ساخت و فاصله دادن به محور چاپ (پایین آوردن بستر) مشکل رفع میشود. برای این کار به دستورالعمل کالیبراسیون شرکت سازنده دستگاه مراجعه کنید (باید یک فاصله حداقلی ایجاد شود بطوری که یک ورق کاغذ بین نازل و بستر براحتی حرکت کند).

## 3. گرفتگی نازل:



Partial clog



Full clog

شما کار چاپ را آغاز می کنید، اما هر چه تلاش می کنید، چیزی از نازل خارج نمی شود. فیلامنت اکستروود نمی شود یا جریان فیلامنت بسیار کم است و بارگذاری مجدد نیز فایده ای ندارد.

علت بروز مشکل انسداد نازل پرینتر چیست؟

گاهی اوقات، تکه کوچکی از فیلامنت تمام شده پس از تعویض رول در نازل باقی می ماند (اغلب به این دلیل که انتهای فیلامنت جدا شده است). وقتی فیلامنت جدید بارگذاری می شود، تکه انتهایی فیلامنت قدیمی درون نازل اجازه نمی دهد که فیلامنت جدید خارج شود.

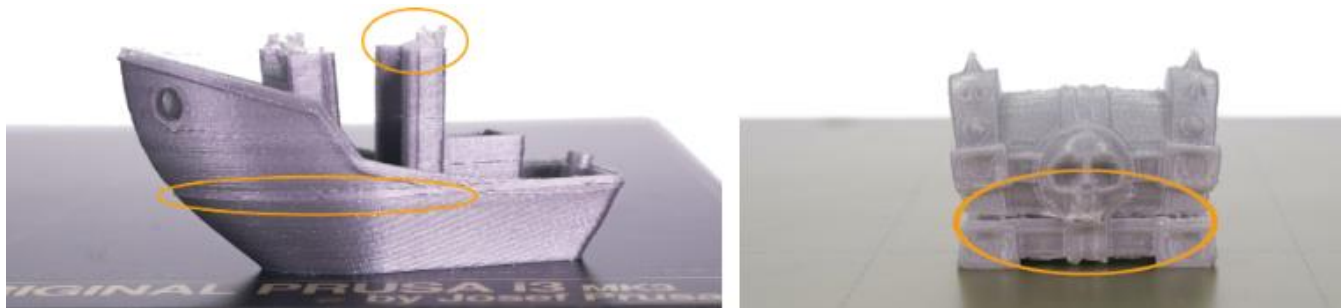
اندکی رسیدگی و مراقبت از پک اکستروودر پرینتر سه بعدی میتواند احتمال بروز مشکلاتی مانند مسدود شدن نازل را که بر اکستروژن تأثیر میگذارد، کاهش دهد. در واقع، پیش از اینکه گرفتگی مشخص شود، می توانید بفهمید که فیلامنت کربنیزه شده قدیمی در داخل نازل شما جا مانده است. این تکه می تواند هفته ها یا ماهها بدون اینکه متوجه آن شوید همانجا بماند، اما تأثیرات متغیری بر کیفیت چاپ شما خواهد گذاشت.



Nozzle and PTFE Tube

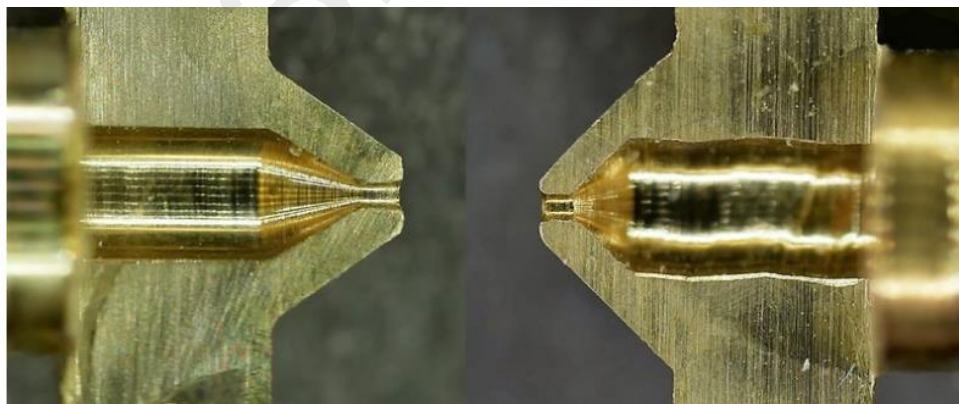


در اکثر انواع پک اکسترودر چاپگر سه بعدی، بخشی بنام پایپ یا لوله تفلن (PTFE) وجود دارد که به مرور زمان بر اثر حرارت و دیگر عوامل کهنه و ناکارآمد می گردد. این بخش را بررسی کنید و اگر لازم است آنرا تعویض کنید. اکثر کاربران علائم نازل مسدود را نادیده می گیرند: بریدگی های کوچک روی دیواره های بیرونی، نقطه ها یا رگه های ناشی از فیلامنت تیره یا تغییرات جزئی در کیفیت چاپ بین قطعات.



ما اغلب به سادگی از کنار این عیوب می گذریم و آنها را بخشی از کارکرد چاپگر سه بعدی در نظر می گیریم، اما در واقع ممکن است مشکلی جدی تر در میان باشد. روش تمیز کردن با سمبه بلند، سوزن نازل و رشته متریال جدید، می تواند این مشکل را برطرف کند.

- اگر نازل خیلی قدیمی و بسیار جرم گرفته باشد، بهتر است آنرا با یک نازل نو، تعویض نمایید.
- هنگام بستن سر نازل به بخش رزوه ای اکسترودر، از سفت کردن خودداری کنید در غیر این صورت سبب شکستگی قطعات اکسترودر خواهید شد.
- بخش هات اند نازل در صورت روشن بودن پرینتر داغ میشود، پس مراقب باشید.



با وجود نو بودن نازل سمت راست، کیفیت ساخت پایین آن کاملاً مشخص است.

## 4. پرینت هد بستر را گم می کند:



بسیار بعید است که پرینتر شما در این حالت موفق به چاپ شود چون خطایی نیست که بتوان آن را نادیده گرفت یا بعداً به آن رسیدگی کرد. در بدترین شرایط، سر و صدای زیاد دستگاه به شما هشدار می دهد که یک جای کار می لنگد. وقتی پرینت هد بستر را گم می کند، اغلب به نقطه نهایی X یا Y نیز رسیده است؛ وقتی نازل هد تلاش می کند که از نقطه نهایی خود فراتر برود، فشار وارده باعث می شود که از تسمه ها، چرخ دنده ها یا خود هد سر و صدایی بلند شنیده شود.

اگر این مشکل در یک چاپگر تازه خریداری شده رخ دهد، این احتمال می رود که مشکلی در پیکربندی نرم افزار وجود داشته باشد. دوباره مراحل نصب را انجام دهید و مطمئن شوید که نسخه سفت افزار (دراپورها) با چاپگرتان سازگاری دارد. انتخاب مدل چاپگر اشتباه از لیست کشویی در برنامه اسلایسرهایی مثل Cura یا Simplify3d می تواند یکی از دلایل رایج این مشکل باشد. برای نمونه، اگر بخواهید فایلی را که نرم افزار اسلایسر Cura بصورت پیش فرض با کانفیگ Ultimaker 2 پیکربندی کرده را بوسیله پرینتر سه بعدی ایرانی خود چاپ کنید، به این مشکل برخورد خواهید کرد.

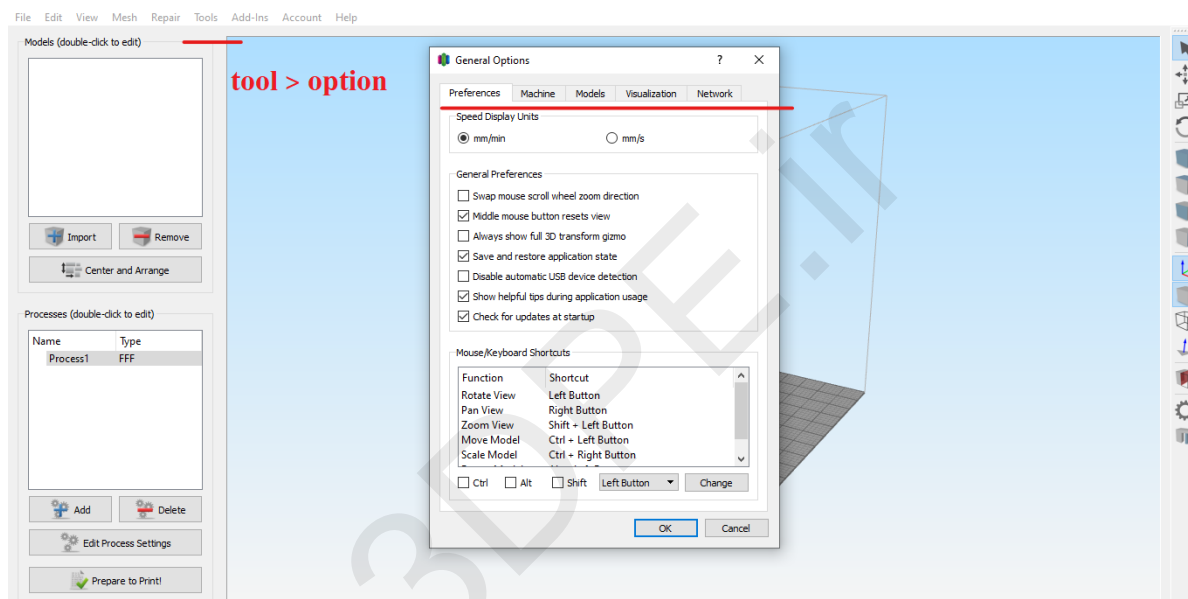
وقتی چاپگر خود را راه اندازی می کنید، مطمئن شوید که مقدار صحیح حجم چاپ را هم در سفت افزار خود پرینتر و هم از طریق نرم افزار تنظیم شده اند. اگر پرینتر تصور کند که سکوی چاپ بزرگ تری از اندازه واقعی در اختیار دارد، می خواهد از آن استفاده کند، حتی اگر در آن محدوده بستری در کار نباشد.

اگر پرینتر شما تا حالا خوب کار می کرد و این مشکل به طور ناگهانی بروز کرده است، کار را با بررسی مجدد نرم افزار آماده سازی چاپ شروع کنید. شاید آپدیت اسلایسرتان باعث شده باشد که چیزی به حالت پیش فرض برگشته یا تغییر کرده باشد! چندان دور از ذهن نیست که چاپگر به تنظیمات پیش فرض برگردد یا بطور خودکار آخرین مدل چاپگر را انتخاب کند.

اگر موارد قبل را چک کردید و همگی درست بودند، ممکن است سنسورهای تشخیص برخورد پرینتر شما از کار افتاده باشد و باید سرویسکاری سخت افزاری انجام دهید.

بهتر است وضعیت اتصالات مکانیک چاپگر را هم بررسی کنید.

نکته: در برخی پرینترها، نازل ثابت بوده (یا حرکت محدودی دارد) و بستر در محور XY جابجا میشود.



بخش پیکربندی چاپگر نرم افزار Simplify3D



## 5. شکسته شدن رشته فیلامنت:



در حالیکه رول فیلامنت هنوز پر به نظر می رسد و مطمئن هستید که فیلامنت درون لوله تغذیه وجود دارد، اما چیزی از نازل خارج نمی شود. این مشکل در چاپگرهایی نوع Bowden یا اکستروژن جدا (غیر مستقیم) بیشتر رخ میدهد تا پرینترهای با سیستم تغذیه مستقیم Direct Drive. زیرا در نوع غیرمستقیم بخش منتقل کننده فیلامنت پنهان و فاصله دار است و شکستگی ها بلافاصله آشکار نمی شود.

این مشکل می تواند چندین دلیل داشته باشد اما در درجه نخست به فیلامنت کهنه یا ارزان بر می گردد. اگرچه فیلامنت هایی مانند PLA و ABS برای مدتی نسبتاً طولانی دوام می آورند (در صورتیکه بدرستی نگهداری شوند)، اما اگر در شرایط نامناسب، مثلاً در معرض نور مستقیم خورشید یا مدتی طولانی روی دستگاه باقی بمانند، خشک و بی کیفیت شده می توانند شکننده شوند. اگر چنین فیلامنتی را وارد دستگاه کنید، هیچ کمکی به شما نخواهد کرد.

اگر چرخهای هرزگرد پک اکسترودر خیلی سفت باشند، فیلامنتی که درون این بخش میروود، ممکن است تحت فشار پاره شود.

راه حل: برداشتن فیلامنت

فیلامنت را به روش معمول از چاپگر خارج کنید (از آنجا که فیلامنت معمولاً در داخل لوله شکسته می شود، باید لوله را از اکسترودر و هات ایند جدا کنید). سپس نازل را گرم کرده و تکه فیلامنت شکسته را بیرون بکشید.

راه حل: امتحان کردن یک فیلامنت دیگر

اگر پس از بارگذاری مجدد فیلامنت باز هم به همان مشکل برخورد کردید، از فیلامنت دیگری استفاده کنید تا ببینید آیا مشکل از فیلامنت کهنه یا بی کیفیت است و باید آنرا دور بیندازید.

راه حل: شل کردن هرزگردهای کششی

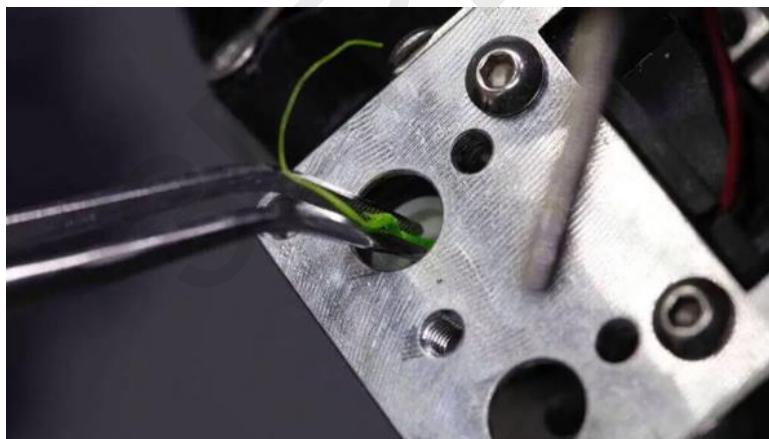
اگر فیلامنت جدید هم شکست، هرزگردهای کششی را کمی شل کنید تا ببینید آیا بیش از حد سفت هستند یا خیر. با شروع چاپ، آنها را تا جایی سفت کنید که فیلامنت لغزشی نداشته باشد.

راه حل: بررسی نازل

بررسی کنید که نازل دچار گرفتگی نباشد و آنرا به خوبی تمیز کنید.

راه حل: بررسی نرخ جریان و دما

اگر مشکل شما ادامه دارد، مطمئن شوید که هات‌بند به خوبی داغ می‌شود و به دمای مناسب می‌رسد. همچنین بررسی کنید که نرخ جریان فیلامنت 100 درصد باشد (Flow rate) و روی درصدی بالاتر تنظیم نشده باشد.



## 6. خطای خوردگی روی رشته فیلامنت:



گرفتگی نازل، هرزگردهای تنظیم نشده و دمای نامناسب هات اند برخی از دلایل رایج زدگی رشته فیلامنت به شمار می روند. نتیجه مشکل این است که مهره دندانه دار یا چرخ دنده موجود در اکسترودر نمی تواند فیلامنت را بکشد یا به جلو هل دهد. در حالت عادی، موتور دندانه های کوچک روی چرخ دنده را می چرخاند تا فیلامنت را بگیرند و به سیستم تغذیه کنند، اما در این حالت چرخ دنده ها آنقدر فیلامنت را می ساینند که دیگر چیزی برای گرفتن وجود نداشته باشد و سپس به صورت هرز می چرخند.

راه حل: کمک به تغذیه سیستم

اگر فیلامنت به تازگی شروع به سر خوردن کرده است، معمولاً می توانید از سر و صدا و مشاهده براده های پلاستیکی متوجه آن شوید، مقداری فشار ملایم به فیلامنت وارد کنید تا به تغذیه سیستم کمک شود. این کار اغلب باعث می شود که دستگاه دوباره روان کار کند.

راه حل: تنظیم هرزگردهای کششی

با شل کردن هرزگردها شروع کنید، فیلامنت را وارد و سپس سفت کنید تا دیگر لیز نخورد.

راه حل: برداشتن فیلامنت

در بیشتر موارد باید فیلامنت را جدا کرده و سپس جایگزین کنید تا دستگاه تغذیه شود. وقتی فیلامنت را برداشتید، آنرا از بخش بالایی ناحیه ای که دچار خوردگی شده برش دهید و سپس دوباره به سیستم وصل کنید. اگر فیلامنت شکسته، این احتمال وجود دارد که تاریخ مصرف بهینه آن رد شده باشد. دوباره امتحان کنید و اگر دوباره پاره شد و متوجه شدید که فیلامنت شکننده بنظر می رسد، آنرا دور بیندازید و از فیلامنت دیگری استفاده کنید.

راه حل: بررسی دمای هات اند

اگر با فیلامنت نوبه این مشکل برخورد کرده اید، دمای نازل را بررسی کنید.

## مشکلات چاپ سه بعدی FDM

## چاپ خراب می شود

همه چیز به نظر تان عالی می رسید، چاپ را شروع، کمی نظارت کرده، سپس چاپگر را ترک و بدنبال کارهای خود میروید، اما نهایتاً چاپ به دلایلی نامعلوم خراب شده است! شاید مدل به بستر نچسبیده و وسط کار کنده شده یا به دلایلی اکسترودر فیلامنت متوقف شده یا در نرم افزار اسلایسر ناخواسته تنظیمات چاپ را با متریال ABS نهایی کرده اید، درحالیکه پرینت با متریال PLA در حال انجام است ...

## 7. توقف اکستروژن وسط چاپ



گاهی اوقات، به دلایلی، اکسترودر کردن فیلامنت مذب قطع می شود که معمولاً به سه بخش از فرایند چاپ مربوط می شود:

- مشکلی در منبع فیلامنت شما وجود دارد.
- ایراد از هات بند / نازل دستگاه شماست .
- فایل نهایی تولید شده توسط اسلایسر بطرز ناقصی در *SD Cart* و *USB* ذخیره شده است.

ممکن است که هرزگرد اکسترودر شما خیلی سفت باشد و در نتیجه فیلامنت ناگهان پاره شده و وارد شدن آن به هات اند مختل شود. از طرف دیگر، ممکن است هات اند تدریجا مسدود شده باشد، که همین امر از اکسترودر شدن فیلامنت جلوگیری می کند. گاهی اوقات نیز وقتی پیغام ذخیره شدن فایل در حافظه جانبی دیده میشود، سریع فلش مموری یا کارت حافظه را بیرون می کشید و این امر باعث میشود که مابقی کدهای باقیمانده در کارت ذخیره نشوند.

راه حل: کسب اطمینان از کافی بودن فیلامنت

بدیهی به نظر می رسد، اما حتی بهترین کاربران نیز گاهی تمرکز خود را از دست می دهند. اکنون همه نرم افزارهای اسلایسر، متریاال مورد نیاز برای چاپ را تخمین می زنند و همچنین با توجه به وزن رول فیلامنت یا مقدار باقی مانده آن می توانند حدس بزنند که آیا متریاال کافی برای چاپ شما وجود دارد یا خیر.

راه حل: بررسی رشته فیلامنت برای اطمینان از عدم وجود خوردگی یا گره

فیلامنتی که زدگی داشته باشد یا بخوبی در رول پیچ نخورده باشد (یعنی با رشته مجاور تاخوردگی یا گره داشته باشد، می تواند باعث خرابی چاپ در اواسط کار شود و این امر از دلایل زیادی ناشی می شود (مثلا بی کیفیت بودن برند سازنده فیلامنتهای ارزان بازار).

با توجه به نحوه سوار شدن رول فیلامنت روی دستگاه، ممکن است هنگام حرکت اکسترودر به دورترین نقاط بستر، رشته فیلامنت بیش از حد بیرون کشیده شود (یعنی رشته بلندی از رول خارج شده و معلق بماند) و تدریجا به دور رشته مجاور خود یا محور نگهدارنده متریاال دستگاه پیچیده شود؛ این امر سبب گره خوردگی رشته ها شده و با حرکات بعدی اکسترودر، این رشته کشیده و بریده خواهد شد، در این حالت اگر دستگاه سنسور اتمام فیلامنت نداشته باشد، نازل همچنان پرینت را در فضای خالی ادامه میدهد.

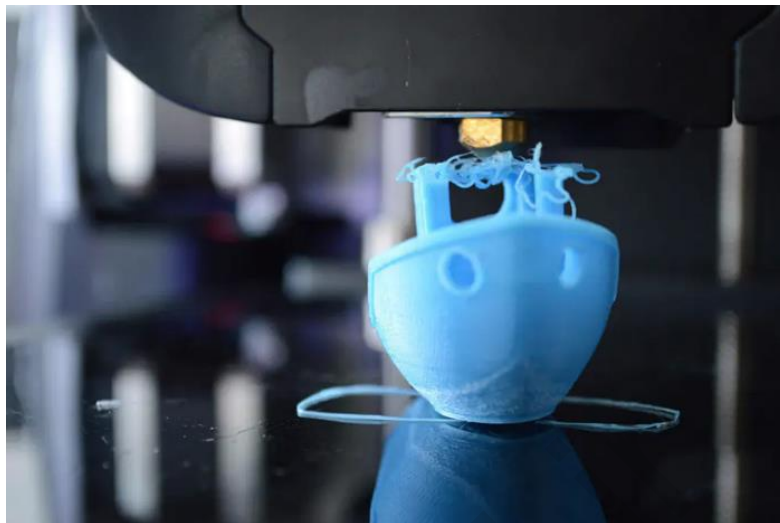
راه حل: بررسی نازل برای اطمینان از عدم گرفتگی

بسته شدن نازل توسط یک تکه فیلامنت سوخته قدیمی می تواند مشکلات چاپی مختلفی ایجاد کند، که یکی از آنها ممانعت از انجام هرگونه اکستروژن توسط دستگاه است. بخش مربوط به گرفتگی نازل را مطالعه کنید.

راه حل: هنگام ذخیره فایل جی کد صبور باشید

در هنگام save کردن فایل G-Code حاصل از پردازش نرم افزار با ظاهر شدن پیغام ذخیره موفقیت آمیز چند ثانیه بیشتر صبر کنید تا باقیمانده کدها بطور کامل به کارت حافظه یا فلش مموری منتقل شوند و سپس با راست کلیک روی آیکون حافظه جانبی و انتخاب safe remove، فلش یا اس دی کارت را خارج کنید. با این روش مطمئن هستید که کدهای فایل پرینت بطور کامل درون حافظه ذخیره شده است.

## 8. چاپ به بستر ساخت نمی چسبد:



کنده شدن کف پرینت به دلیل نچسبیدن به بستر، مشکلی رایج است و متأسفانه، قطعه پرینتی تقریباً در هر زمانی می تواند از بستر جدا شود، از نخستین لایه گرفته تا لایه های میانی، که مورد دوم بسیار آزاردهنده و اعصاب خردکن است.

البته این مشکل همیشه به چاپگر مربوط نمی شود، مثلاً اگر برای چاپ مدلی تلاش کنید که کف باریکی دارد و تماس اندکی با بستر چاپ برقرار می کند، احتمال بروز این مشکل شدیداً افزایش می یابد. فرض کنید که قرار است یک هواپیما را چاپ کنید، آنگاه تنها تماس مدل با بستر چرخ ها هستند. بنابراین بعید است که بتوان بدون استفاده از مواد چسبنده مخصوص بستر، فعال کردن بستر گرم شونده دستگاه، بهره گیری از گزینه نرم افزاری Raft آنرا چاپ کرد، تازه باید تنظیمات بافت نگهدارنده (Support) را بررسی و سفارشی کنید.

بستر چاپ نایکدست (مثلاً صفحه شیشه ای یا آلومینیومی موج دار یا کتیف) عامل دیگر است. اگر بستر چاپ هموار نباشد، نازل در برخی قسمت های چاپ به اندازه کافی به بستر نزدیک نمی شود و در نتیجه لایه اول به درستی به صفحه نمی چسبد.

کالیبراسیون (ترازبندی) نامناسب دستگاه نیز می تواند از دلایل اصلی باشد؛ به مرور زمان فاصله بین نازل و سکوی چاپ افزایش می یابد و در نتیجه لایه اول به جای اینکه به سکوی چاپ فشار داده شود، روی آن کشیده می شود.

در همه این موارد احتمالاً می بینید که یک رشته از فیلامنت در بالای مدل نیمه کاره ظاهر می شود.



راه حل: افزودن بافت کمک کننده

برای افزایش احتمال چسبیدن فیلامنت به بستر چاپ، باید چند راهکار را بکار ببرید. مثلاً رایج ترین روش این است که یک لایه نازک چسب ماتیک روی بستر چاپ بمالید (پس از پرینت براحتی با آب داغ شسته می شود). روش دیگر برای فیلامنتهای بد قلقی مثل ABS استفاده همزمان از نوار چسب blue یا چسب ماتیک و بستر گرم شونده است.

**نکته:** اگر اواسط پرینت متوجه شدید که قطعه شما از کف در حال جدا شدن است، میتوانید از چسب قطره ای (123) استفاده کنید و مقدار کمی در زیر آن بخشها ریخته و سریع کف قطعه را روی بستر فشار دهید. بعد از تکمیل پرینت، با کاردک قطعه را جدا و با حلال این ضایعات چسب را از بستر تمیز کنید.

راه حل: تراز کردن بستر چاپ

فرایند ترازبندی بستر در پرینترهای مختلف فرق می کند، برخی از آنها مانند آخرین مدل های پروسا از سیستم ترازبندی خودکار قابل اعتمادی استفاده می کنند، برخی دیگر مانند اولتیمیکر شیوه ای گام به گام ارائه می دهند که در انجام فرایند به شما کمک می کند. برای یادگیری درباره نحوه ترازبندی بستر چاپ به دفتر چه راهنمای چاپگر خود مراجعه کنید.

راه حل: تنظیم کردن ارتفاع نازل

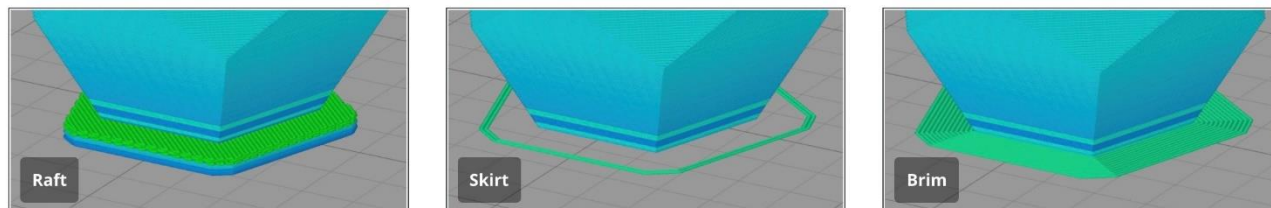
اگر نازل بیش از حد بالا باشد، فیلامنت به بستر نمی چسبد و اگر خیلی پایین باشد، خود نازل مدل یا سطح بستر دستگاه را شدیداً میخراشد. گزینه offset محور Z را در تنظیمات چاپگر خود بیابید و اندکی تغییر دهید- به سمت مثبت برای دور کردن نازل از بستر و به سمت منفی برای نزدیک تر کردن نازل به آن.

راه حل: تمیز کردن بستر چاپ

اگر روی بستری مانند شیشه چاپ می کنید، بهتر است هر چند وقت یک بار آن را تمیز کنید، بویژه اگر مرتباً از چسب استفاده می کنید. چربی ناشی از اثر انگشت شما، تجمع بیش از حد رسوبات چسب و اثرات پرینتهای قبلی می توانند منجر به عدم چسبندگی بستر چاپ شوند (حتی سبب خطای عدم جدا شدن قطعه از بستر نیز میشوند).

راه حل: اعمال کردن گزینه چسبندگی بستر

برخی مدلها بدون تنظیم کمیت brim یا لبه در اسلایسر بخوبی چاپ می شوند، اما مدلهای کوچک تر و آنهایی که سطح تماس باریکی با بستر دارند، نوعی چسبندگی صفحه ساخت نیازمندند. این امر را می توان از طریق نرم افزار اسلایسر انجام داد- به دنبال گزینه Brim و Raft بگردید.



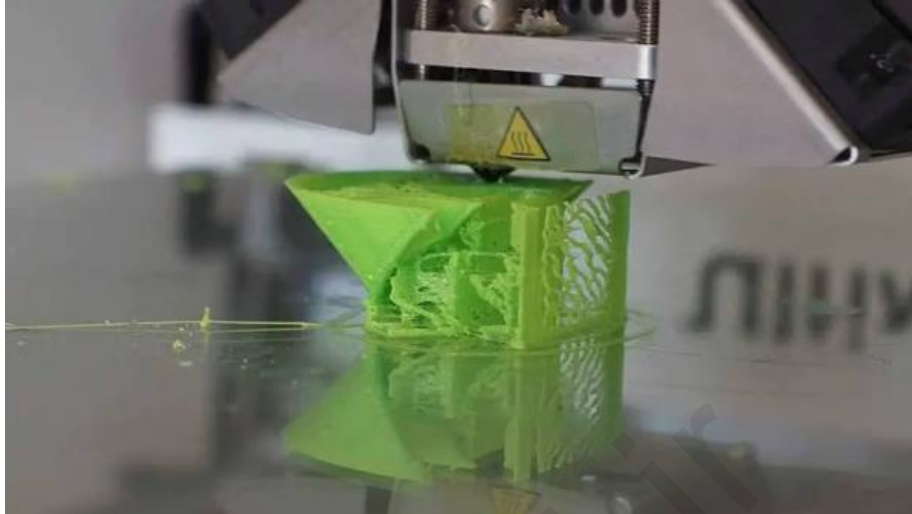
گزینه Brim یک لایه محیطی ایجاد می‌کند که در محل تلاقی لبه چاپ با بستر به مدل پرینت میشود؛ این گزینه کمترین اثر را روی قطعه بجا میگذارد و معمولاً چسبندگی قابل قبولی هم دارد (البته به شرطی که با جداسازی این لایه از لبه‌های مدل مشکلی ندارید).

Raft نیز شبیه همین کار را انجام می‌دهد ولی متراکم‌تر و کاملتر است. بسته به پارمترهایی که اضافه می‌کنید، لایه‌ای اضافی کف سطح پایینی مدل شما با ضخامت و چسبندگی بالا ایجاد می‌شود (مدل شما روی این لایه ساخته می‌شود). Raft معمولاً باعث می‌شود که سطح مدل در محل تلاقی با آنها خشن و ناصاف باشد و در مقایسه با Brim مترتال بیشتری مصرف می‌کند. با این حال، مزیت Raft در این است که می‌توان آنرا به سادگی جدا کرد و بهترین کیفیت چسبندگی را فراهم می‌کند.

راه حل: افزودن بافت ساپورت

اگر مدل شما دارای برآمدگی‌های پیچیده و بخشهای آویزان باشد، علاوه بر افزودن گزینه‌های چسبندگی بستر، باید ساپورت‌هایی اضافه کنید تا مدل در طول فرایند چاپ ثابت نگه داشته شود (مطمئن شوید در نرم افزار اسلایسر تیک ایجاد اتوماتیک ساپورت، فعال است).

## 9. ساپورت ها خراب می شوند:



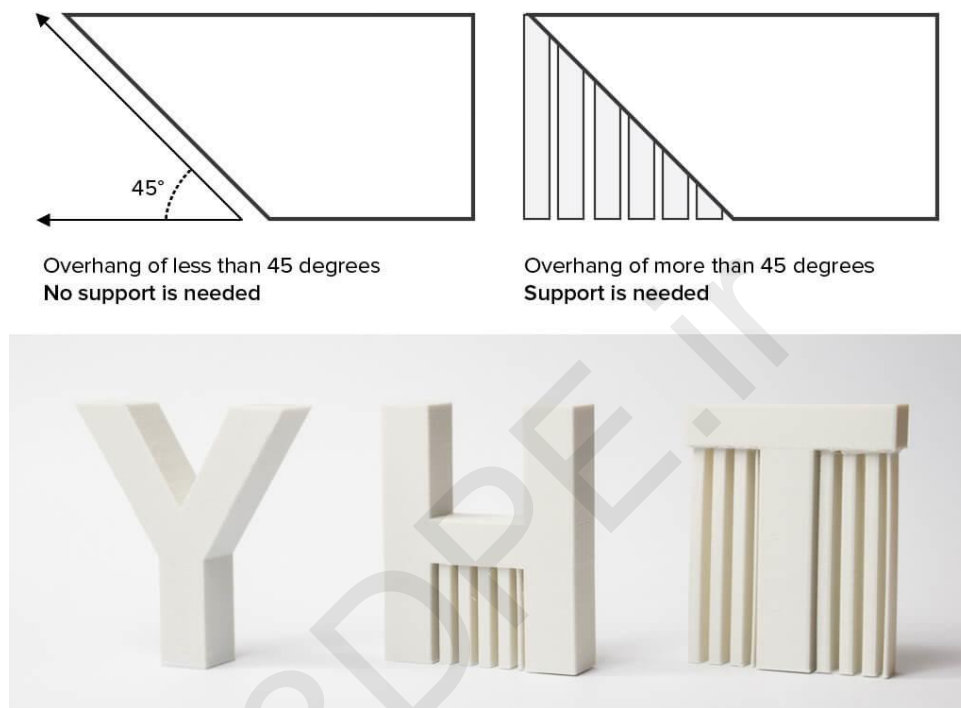
چاپ قطعاتی با هندسه پیچیده که دارای بخشهای آویزان (معلق در هوا) هستند به بافت نگهدارنده (support) نیاز دارد (یعنی اول این بافت پرینت شده و سپس بخشهای آویزان قطعه روی این بخش پرینت میشود). هنگام پردازش نرم افزاری، فعال کردن ساپورت، بخشی ضروری از فرایند چاپ به شمار می رود.

وظیفه بافت ساپورت ساده است: باید از قسمتهای آویزان پرینت پشتیبانی کند، اما در مواقعی موفق به انجام کار نمی شود و از مدل پشتیبانی نمی کند و دو مشکل زیر ایجاد میشود:

- وقتی دستگاه بخش های مربوط به ساپورت ها را اکستروود می کند، متوجه می شوید که ساختار ساپورت ناصاف به نظر می رسد یا شاید ترک هایی روی آن ظاهر شوند یا ناکافی به نظر برسند.
- نه تنها ساپورت ها کار نمی کنند، بلکه فیلامنت اضافی به جای محافظت از مدل شما، آنرا خراب می کند.

تنظیمات پیش فرض برنامه های اسلایسر گزینه های محدودی را در اختیار شما قرار می دهند (همیشه معروفترین و قویترین نرم افزار اسلایسری که مرتبا بروزرسانی میشود را استفاده کنید). پایبندی به تنظیمات پیش فرض آسان است، اما این امر موفقیت همه چاپ هایتان را تضمین نمی کند. یک نکته مهم نوع الگوی ساپورتهی است که مدل شما را در طول چاپ پشتیبانی می کند و نرم افزار Cura تنظیمات بسیار خوبی برای این مورد دارد.

در نرم افزار اسلایسر Cura (حالت رابط کاربری custom یا کاربر پیشرفته) پس از فعال کردن تیک generate support میتوانید الگوهای بافت ساپورت Support Pattern را انتخاب کنید: خطی lines و زیگ زاگ zig zag معمولاً پس از اتمام چاپ براحتی جدا می شوند، اما در طول فرایند استحکام کمتری دارند. الگوهای مثلثی Triangles و شبکه ای Grid پشتیبانی بیشتری ارائه می دهند، اما جداسازی آنها میتواند دشوار باشد.



نکته: جداسازی ساپورتهای می تواند دردسرساز باشد، بنابراین بهتر است تراکم آنها تا حد ممکن پایین بیاورید (البته اگر ساپورتهای باید وزن قابل توجهی را تحمل کنند، از این کار اجتناب کنید). مقدار Support Density را در نرم افزار اسلایسر پیدا کرده و تنظیم نمایید.

راه حل: انتخاب ساپورت مناسب

به هندسه مدل تان نگاه کنید. اگر برآمدگی های بزرگی دارد که بخش های مختلف مدل را بهم متصل می کند و این بخشها تماس مناسبی با بستر دارند، بهتر است از الگوهای خطی و زیگ زاگ استفاده کنید. اگر مدل تماس کمی با بستر دارد یا به تکیه گاه های بسیار قوی نیاز دارد، از بافت ساپورت های شبکه ای یا مثلثی بهره ببرید.

راه حل: افزودن چسبندگی بستر

حتماً یکی از گزینه های چسبندگی بستر مانند Raft را اضافه کنید تا پایه ها سطح بیشتری برای چسبیدن در اختیار داشته باشند.

راه حل: افزایش تراکم ساپورت

این را بعنوان آخرین راهکار امتحان کنید. افزایش تراکم ساپورت تکیه گاه محکم تری برای مدل شما فراهم می کند و کمتر تحت تاثیر حرکت مدل قرار می گیرد، اما جداسازی آن بسیار سخت تر خواهد بود.

راه حل: ایجاد ساپورت های غیر پرینتی

ساپورت بیش از حد بلند ممکن است ضعیف باشد. پس خودتان حین پرینت با قراردادن یک میله مقوایی یا چوبی سبک یا هر نگهدارنده مشابه، درست زیر جاییکه به ساپورت نیاز است، از بروز مشکل شکستگی یا افتادگی احتمالی در بخشهای بسیار بلند جلوگیری کنید. این کار پایه محکمی برای مدل فراهم می کند.

راه حل: عوض کردن فیلامنت

اگر فیلامنت به پایان چرخه عمر مفید خود برسد، می تواند بسیار شکننده شود و این امر معمولاً در کیفیت ساپورت ها نمایان می شود (لایه ها بخوبی بهم نمی چسبند یا اکستروژن نامرتب است، که این امر منجر به شکستگی بافت ساپورت می شود). فیلامنت قدیمی را با یک متریاال جدید عوض کنید و ببینید که آیا مشکل حل می شود یا خیر.

راه حل: بررسی چفت و بست های پرینتر سه بعدی

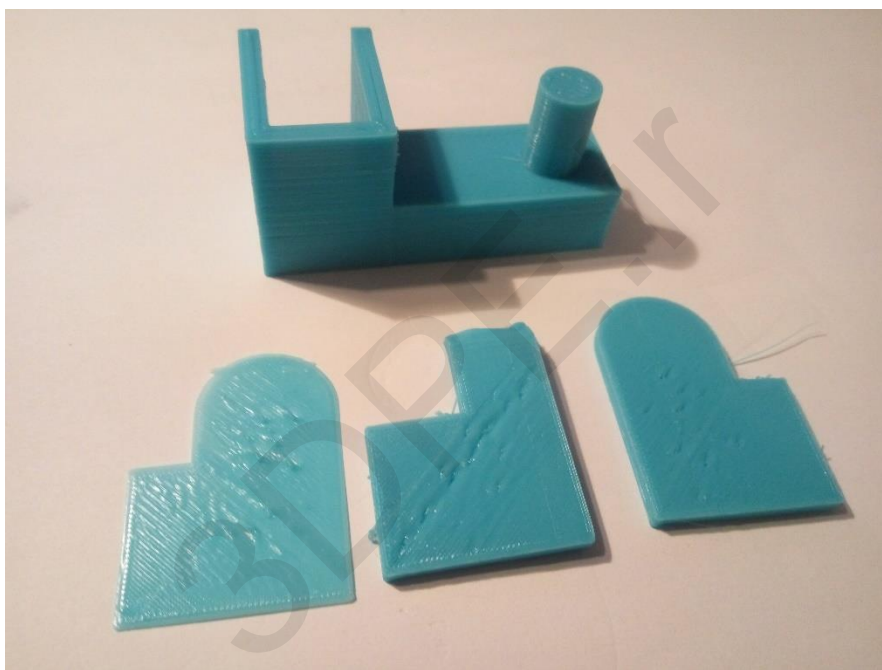
لرزش و حرکت چاپگر می تواند مشکلات متعددی ایجاد کند از جمله حین پرینت ساپورتها؛ به دستگاه خود رسیدگی کنید و مطمئن شوید که همه چیز محکم است و در صورت نیاز دوباره کالیبره را انجام دهید.

## مشکلات پرینتر سه بعدی FDM

## چاپ ظاهر بدی دارد

چاپ شما با موفقیت به پایان رسیده است، اما ظاهر زشتی دارد. در این حالت چندین علت می تواند وجود داشته باشد.

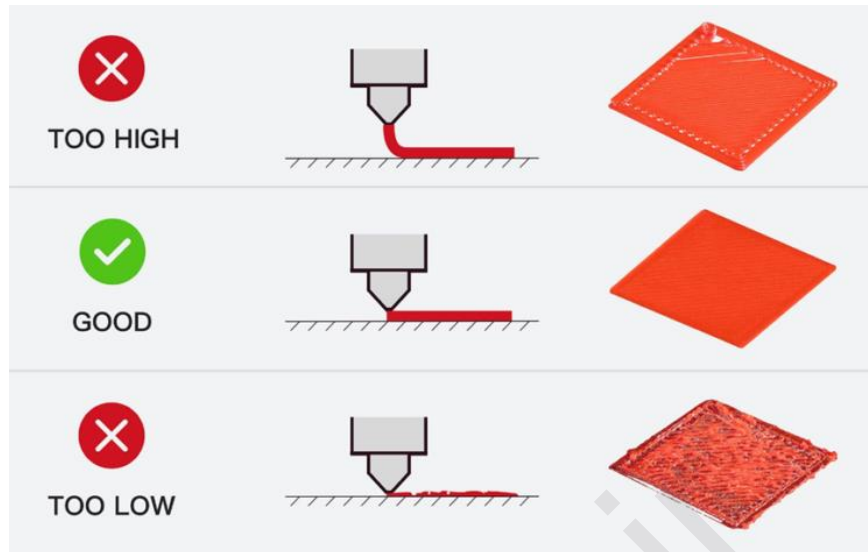
## 10. لایه اول نامرتب و به هم ریخته است:



اولین لایه های چاپ اغلب می توانند مشکل ساز باشند. ممکن است چاپ بخوبی به بستر نچسبد (که در سطور قبلی به آن پرداختیم)، یا خطوطی ناخواسته روی مدل ببینید که باعث شوند پوسته پایینی آن ظاهری بد داشته باشد. علاوه بر این، ممکن است که جزئیات ریز پایین مدل شما محو شوند و به صورت سطح صاف دربیایند.

نکته: وقتی جزئیات مدل تار و نامشخص هستند، این احتمال وجود دارد که دمای بستر چاپ کمی بیش از حد بالا باشد.





ظاهر بد پرینت بخشهای ابتدایی قطعه نشاندهنده این است که بستر چاپ بدرستی تراز نشده است. اگر نازل خیلی دور از بستر باشد، سطح زیرین اغلب خطوطی ناخواسته را نشان می دهد یا لایه اول نمی چسبد. اگر نازل خیلی نزدیک باشد، ممکن است باعث ایجاد حباب شود.

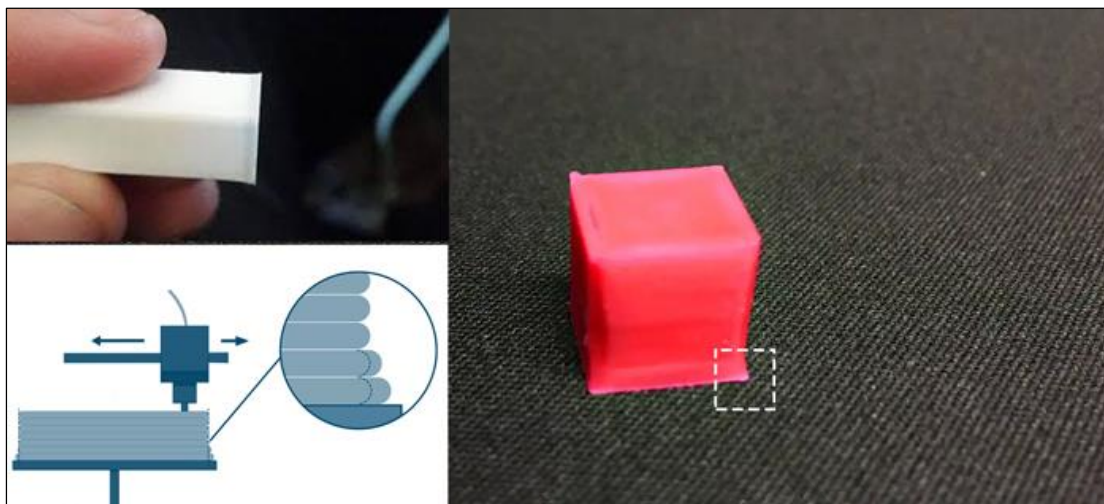
راه حل: ترازبندی بستر چاپ

هر پرینتر فرایند متفاوتی برای تراز کردن بستر چاپ دارد و بهتر است به راهنمای شرکت سازنده دستگاه مراجعه کنید؛ ولی معمولاً باید فاصله ای به اندازه یک ورق کاغذ 80 گرمی بین نازل و بستر وجود داشته باشد.

راه حل: کم کردن دمای بستر

هر بار دمای بستر چاپ را 5 درجه کاهش دهید، تا زمانی که به نقطه چسبندگی مناسب برسید و جزئیات مدل را از دست ندهید.

## 11. چاپ در بخش پایینی محدب می شود (پای فیل):



پایه مدل کمی به سمت بیرون کش آمده (گاهی از بستر ساخت پرینتر جدا هم می شود)، اثری که با نام «پافیلی یا elephant's foot 3d printing» شناخته میشود.

این نقص چاپ وقتی اتفاق می افتد که وزن بخش بالایی پرینت، پیش از خنک و محکم شدن بخش پایینی، روی آن فشار می آورد؛ خطا بویژه زمانی تشدید می شود که چاپگر شما دارای بستر گرم شونده هم باشد.

راه حل: دمای بستر و سرعت خنک کنندگی را متوازن کنید

برای جلوگیری از بروز مشکل پای فیل در چاپ سه بعدی، لایه های پایینی مدل باید به اندازه کافی خنک شوند تا بتوانند وزن ساختارهایی بالایی را تحمل کنند. با این حال، خنک شدن بیش از حد نیز منجر به خطای تاب برداشتن لایه های پایینی خواهد شد. ایجاد توازن می تواند کار دشواری باشد، اما می توانید کار را با کاهش دمای بستر چاپ با فواصل 5 درجه (تا  $\pm 20$  درجه دمای توصیه شده) شروع کنید. اگر گزینه Bottom/Top Thickness روی 0.6 میلیمتر تنظیم شده است، فن خنک کننده را اندکی پایین تر راه اندازی کنید.

راه حل: ترازبندی بستر چاپ

ریشه اغلب مشکلات چاپی در ترازبندی بستر چاپ نهفته است. هر چاپگری، تکنیک متفاوتی برای ترازبندی بستر دارد. کار را با کالیبره کردن دستگاه خود، مطابق با روش پیشنهادی سازنده، آغاز کنید.

معمولا کمی افزایش ارتفاع نازل می تواند کمک کننده باشد، اما مراقب باشید که آنرا زیاد بالا نبرید چون آن وقت لایه ها به بستر نمی چسبند.

## 12. لبه های چاپ خم شده اند (تاب برداشتن):



در این خطا، لبه های پایه قطعه به سمت بالا خم می شوند، تا جایی که دیگر با بستر چاپ هم سطح نیستند. این امر می تواند منجر به ترک های افقی در بخش های بالایی چاپ هم بشود و باعث جدایی چاپ از بستر گردد. تاب برداشتن مشکلی رایج است چون به دلیل خواص طبیعی پلاستیک رخ می دهد. وقتی فیلامنت ABS شروع به سرد شدن میکند، به شدت منقبض می شود؛ اگر پلاستیک سریع خنک نشود، مشکل تاب برداشتن به وجود می آید.

راه حل: استفاده از بستر گرم شونده و چسب ماتیکی

ساده ترین راه استفاده از بستر گرم شونده و تنظیم دمای آن روی نقطه ای درست زیر نقطه ذوب پلاستیک است. به این حالت، «دمای انتقال شیشه ای» گفته می شود. اگر این دما را بدرستی بیابید، اولین لایه روی بستر چاپ صاف می ماند. دمای بستر چاپ اغلب توسط نرم افزار اسلایسر تنظیم می شود. معمولاً دمای توصیه شده برای هر فیلامنت را می توانید در لیبل بسته بندی یا روی رول ببینید.

اگر لبه های چاپ شما با وجود بستر گرم شونده همچنان خم می شود، می توانید قبل از شروع پرینت، چسب ماتیکی را به صورت یکنواخت روی بستر اعمال کنید تا چسبندگی را افزایش دهید.

راه حل: استفاده از نوع دیگری از بستر چاپ

بستر چاپ خود را به بستری تغییر دهید که چسبندگی بهتری داشته باشد. دستگاههای ایرانی عمدتاً میتوانند با یک بستر ساخت شیشه ای که با گیره دو طرفه فلزی روی بستر آلومینیومی پیش فرض ثابت شده است پرینت را بخوبی انجام دهند (به کیفیت و تقارن شیشه حتما دقت کنید). پرینترهای وارداتی مانند پروسا از بستر چاپ PEI (Polyetherimide) استفاده می کنند که بدون نیاز به چسب از چسبندگی بالایی برخوردار است. شرکت XYZPrinting همراه با برخی از چاپگرهای خود نوارچسب هایی دارای بافت برجسته عرضه می کند که اساساً شبیه به

نوارچسبهای کاغذی بزرگ هستند، این نوارچسبها عالی عمل می کنند، هر چند فقط در سیستم های بدون بستر گرم شونده کارایی دارند. پرینترهای سه بعدی Zortrax دارای بستری منفذدار هستند، مدل ها به بستر جوش می خورند و مشکل را برطرف می کنند.

راه حل: ترازبندی بستر چاپ

کالیبراسیون بستر چاپ می تواند دلیل دیگر این مشکل باشد، برای بررسی تراز بودن بستر و صحیح بودن ارتفاع نازل فرایند کالیبراسیون را دوباره انجام دهید.

راه حل: افزایش تماس

افزایش تماس بین مدل و بستر راه حلی آسان است چون با گزینه های تنظیمی نرم افزار اسلایسر دست شما باز است (سطور چسبندگی بستر را دوباره مرور کنید) و اکثر نرم افزارهای چاپ این امکان را به شما می دهند که از ویژگی کمیت لایه اول چاپ مثل Raft و Brim استفاده کنید.

راه حل: تغییر دادن تنظیمات پیشرفته دما

اگر همه روشها بی فایده بود، باید نگاهی به تنظیمات پیشرفته پرینت نرم افزار بیندازید. سعی کنید دمای بستر چاپ را با فواصل 5 درجه ای افزایش دهید.

در نرم افزار اسلایسر نگاهی به فن خنک کننده بیندازید، سعی کنید آنرا طوری تنظیم کنید تا به لایه های پایینی زمان بیشتری برای خنک شدن طبیعی بدهید.

نکته: حتی اگر پرینتر شما دارای بستر گرم شونده باشد، همیشه توصیه می شود که از چسب ماتیکی استفاده کنید و همچنین هر چند مدت، کالیبره بودن بستر ساخت را بررسی کنید.

## 13. پرشوندگی داخلی یا infill خراب شده است:



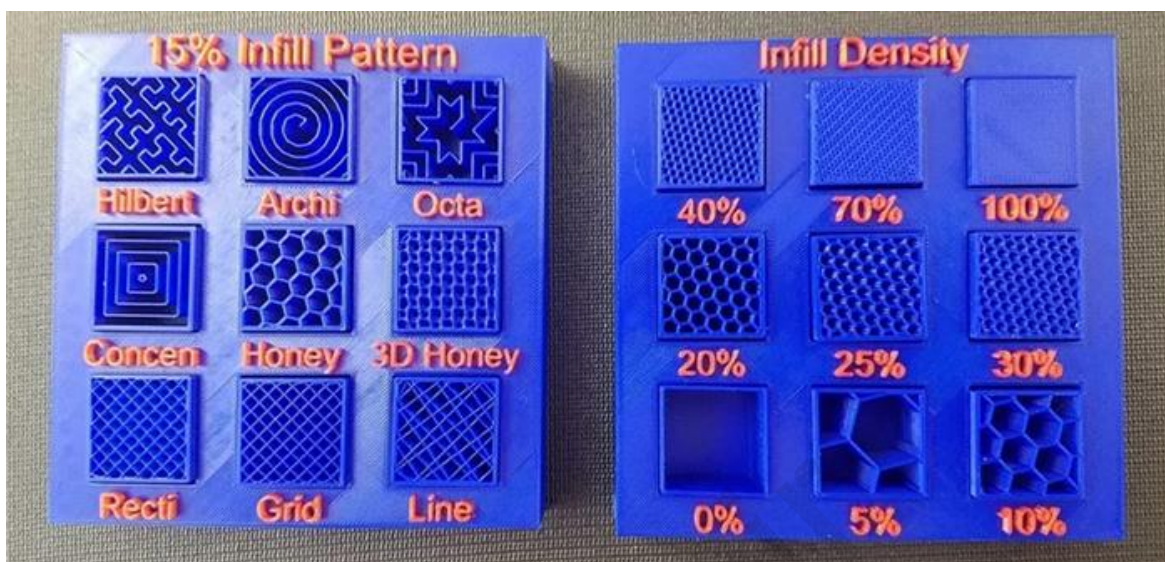
دلایل مختلفی برای خطای پرینت ساختار داخلی قطعه وجود دارد: عمده ترین علت تنظیمات نادرست اینفیل در نرم افزار اسلایسر است، اما ممکن است نازل هم تا اندازه ای مسدود شده باشد.

راه حل: بررسی میزان تراکم و الگوی پرشوندگی

در نرم افزار اسلایسر خود کمیت تراکم پرشوندگی را بررسی کنید. مقداری در حدود 10 تا 20 درصد طبیعی است؛ معمولاً مقداری کمتر از این ممکن است شما را دچار مشکل کند. برای چاپهای بزرگتر می توانید این مقدار را کمی افزایش دهید تا مطمئن شوید که مدل از پشتیبانی کافی برخوردار است.

اکثر نرم افزارهای اسلایسر به شما اجازه می دهند که نوع الگوی تراکم داخلی ([Infill Pattern](#))، میزان چگالی و عرض اینفیل را تغییر دهید. (infill density - infill extrusion width). همچنین شما می توانید از الگوهای مانند شبکه ای، مثلثی، لانه زنبوری و موارد دیگر بهره ببرید. در صورت بروز مشکل، یک الگوی دیگر یا چگالی متفاوت را امتحان کنید.

نکته: سرعت چاپ می تواند تاثیر زیادی بر کیفیت ساختار داخلی قطعه داشته باشد. اگر پرشوندگی ضعیف به نظر می رسد، سرعت چاپ را کاهش دهید.



دو نمونه از کمیت‌های قابل تنظیم در نرم افزارهای اسلایسر چاپگر سه بعدی برای مبحث تراکم داخلی

راه حل: بررسی نازل

ممکن است یک انسداد جزئی در نازل وجود داشته باشد؛ این انسداد روی چاپ دیواره های ضخیم بیرونی تاثیری نمی گذارد، ولی برای چاپ ساختارهای ظریف داخلی از شدت جریان کمتری استفاده می شود که جریان فیلامنت را مختل می کند.



## 14. شکاف لایه بین بافت داخلی و دیواره خارجی پرینت:



هنگامی که به بالا یا پایین قطعه نگاه می کنید، می توانید یک فاصله جزئی (Gap) بین پرشوندگی و دیواره های بیرونی مشاهده کنید.

شکاف بین لایه های محیطی و داخلی در گذشته مشکل رایج پرینت سه بعدی بشمار می رفت، اما از آنجا که امروزه دقت چاپگرها بهبود یافته و متریا لهای با کیفیت وارد بازار شده اند، این مشکل کمتر از قبل دیده می شود. بنابراین در صورت چاپ با طیف جدید متریا لهای پیشرفته مثل فیلامنت نایلون یا فیبر کربن و ... ممکن است با این خطا مواجه شوید.

شکافها به این دلیل ایجاد می شوند که فیلامنت مورد استفاده برای ساختار داخلی و دیواره های بیرونی کاملاً بهم نمی رسند و به یکدیگر متصل نمی شوند.

واضح ترین دلیل مشکل این است که همپوشانی پرشوندگی (infill overlap) تنظیم نشده یا روی مقدار صفر مانده است. این بدان معنی است که نرم افزار اسلایسر به چاپگر می گوید که اجازه ندهد دو قسمت چاپ به یکدیگر برسند.

موضوع دیگر می تواند ترتیب چاپ ساختار پرکننده و دیواره های بیرونی باشد. اگر ابتدا محیط بیرونی را چاپ کنید، معمولاً همپوشانی کمی به وجود می آید یا اصلاً همپوشانی در کار نخواهد بود که می تواند باعث بروز مشکل شود.



راه حل: بررسی همپوشانی پرشوندگی

این مشکل تا حد زیادی رایج است و آسان حل می شود. در نرم افزار اسلایسر خود به دنبال گزینه Infill Overlap بگردید و مقدار آنرا افزایش دهید.

در Cura این تنظیم معمولاً روی 15 درصد است؛ آنرا تا 30 درصد افزایش دهید.

در Simplify3D مسیر «Edit Process Setting > Infill > Outline Overlap» را طی کنید. حالا مقدار را افزایش دهید. این تنظیم مستقیماً با عرض اکستروژن مرتبط است، بنابراین مقدار درصدی آن نسبت به عرض اکستروژن شما محاسبه خواهد شد. هنگام تغییر این تنظیم، همیشه آن را زیر 50 درصد نگه دارید، در غیر این صورت نشانه های خطای همپوشانی را در محیط بیرونی چاپ مشاهده خواهید کرد.

راه حل: چاپ ساختار پرشوندگی قبل از پوسته بیرونی

اگر یک دیواره بیرونی نسبتاً نازک را چاپ می کنید، ساختار پرکننده می تواند کاملاً نمایان شود. در این حالت، می توانید ترتیب چاپ لایه پرکننده و بیرونی را در چاپگر خود تغییر دهید. برای نمونه، در Cura ببینید که آیا گزینه «Infill prints after perimeters» تیک دارد یا خیر.

راه حل: افزایش دمای هات اند

برخی از جدیدترین فیلامنتهای کامپوزیتی، به دلیل وجود الیاف کربنی که بخشی از ساختار آنها را شکل می دهد، هنگام اکستروژن شدن کمتر پخش می شوند. هنگام چاپ با این مواد، افزایش جزئی 5 تا 10 درجه ای دمای هات اند می تواند تفاوت را رقم بزند.

راه حل: کاهش سرعت چاپ

خب شاید برای دریافت قطعه عجله داشته باشید؛ اگر چاپگرتان کاملاً کالیبره نشده باشد، پرینت با سرعت بالا می تواند باعث بروز انواع مشکلات شود. پس با کاهش سرعت چاپ لایه های بالایی می توانید از بروز شکاف ها جلوگیری کنید.

## 15. بافت داخلی از دیواره خارجی قطعه مشاهده می شود (سایه دار شدن):



ظاهر نهایی چاپ خوب است اما خطوط ساختار داخلی پشت دیواره های بیرونی قابل رؤیت است. این خطا، که اصطلاحاً سایه دار شدن چاپ نیز نامیده می شود، به دلیل تجاوز بخش Infill به بخش پیرامونی رخ می دهد و این تاثیر زمانی که دیواره های چاپ شما نازک باشد، بیشتر قابل مشاهده است.

ماهیت مشکل از همپوشانی ساختار پرکننده با خطوط محیطی ناشی می گردد. سایه دار شدن یک خطای پرینت محسوب می شود، اما در واقع بخش مهمی از فرایند چاپ است، زیرا به ساختار داخلی اجازه می دهد که بطور موثر به دیواره های خارجی بچسبد. رفع این خطا آسان است.

راه حل: بررسی ضخامت پوسته

مطمئن شوید که مقدار تعیین شده برای ضخامت پوسته مضربی از اندازه نازل باشد. یکی از دلایل خطای سایه پرینت از عدم تناسب ضخامت دیواره با اندازه نازل ناشی می شود. در شرایط عادی، ضخامت دیواره باید مستقیماً با نازل مرتبط باشد؛ بنابراین اگر نازل 0.4 میلیمتری دارید، ضخامت دیواره شما باید مضربی متناسب از آن باشد.

راه حل: افزایش ضخامت پوسته

آسان ترین راه افزایش ضخامت پوسته است. با دو برابر کردن این مقدار هرگونه همپوشانی با ساختار پرکننده غیر قابل مشاهده میشود.

راه حل: انجام پرشوندگی پس از چاپ پوسته پیرامونی

بیشتر نرم افزارهای اسلایسر به شما اجازه می دهند که گزینه پرشوندگی پس از پوسته بیرونی را فعال کنید: در Cura گزینه «Expert Setting» را باز کنید و در زیر بخش Infill کادر مربوط به «Infill prints after perimeters» را تیک بزنید. در Simplify3D روی Edit Process Setting کلیک کنید و سپس Layer را انتخاب نمایید و زیر بخش «Layer Setting» گزینه Outside-in را برگزینید.

بسته به نوع مدلی که چاپ می کنید، می توانید از ترتیب های مختلفی برای چاپ داخلی و بیرونی بهره ببرید. وقتی می خواهید چاپی با کیفیت بالا و سطح نهایی خوب داشته باشید که استحکام نقش چندان در آن ندارد، گزینه Outside-in را انتخاب کنید. اما اگر قدرت و استحکام چاپ اهمیت زیادی دارد، Print from inside-out را انتخاب کنید و ضخامت دیواره را دوباره برابر نمایید.

دلیل تفاوت در استحکام این است که وقتی از گزینه Outside-in استفاده می کنید، مقدار همپوشانی را که باعث ایجاد مشکل سایه دار شدن می شود را حذف می کنید و این عدم همپوشانی باعث می شود که پیوند بین بخش داخلی و خارجی کم شود و استحکام از دست برود.

راه حل: بررسی بستر چاپ

اطراف مدل را بررسی کنید و اگر دیدید که مشکل در یک طرف بیشتر از طرف دیگر است، کالیبراسیون می تواند دلیل اصلی باشد. در این صورت، فرایند کالیبراسیون معمول را اجرا کنید.

### 16. ترک خوردگی در دیواره پرینت:



شکاف در کناره های قطعه مخصوصا هنگام پرینت با متریال فیلامنت ABS از عمده ترین خطاهای چاپ سه بعدی است.

علت بروز خطای ترک خوردگی چیست؟

در لایه های میانی تا بالایی پرینت، متریال سریع تر سرد می شود و گرمای بستر گرم شونده به آن نمی رسد؛ به همین دلیل چسبندگی در لایه های بالایی کمتر شده و با کمترین جریان هوا این لایه ها از هم جدا می گردند.

راه حل: دمای اکسترودر

با افزایش دمای اکسترودر شروع کنید. بهتر است آنرا تا 10 درجه سانتیگراد افزایش دهید. دمای پیشنهادی برای هات اند روی جعبه فیلامنت درج می شود، سعی کنید دما را در همان محدوده نگه دارید.

راه حل: محصور کردن محفظه پرینت

اگر پرینتر سه بعدی شما از اطراف باز است و دارید با متریال ABS پرینت را انجام می دهید، باکس طلقی یا نایلون و کیوم را به دور این بخشهای باز بکشید تا دما و جریان هوا تنظیم گردد.

راه حل: استفاده از متریال جایگزین

در صورتی که قطعات شما نیاز به استحکام دارند و عادت کرده اید از فیلامنت ABS برای ساخت استفاده کنید، حالا وقتش شده کمی ترک عادت کنید! بجای ABS از [فیلامنت PETG](#) که چاپ بسیار راحت تری دارد بهره ببرید و همان مقاومت را روی قطعه هم حفظ کنید.

راه حل: فعال کردن گزینه دیواره محافظ

در نرم افزار Simplify3d یا Cura گزینه Ooze Shield (Draft Shield) را فعال کنید تا یک دیواره سرتاسری محافظ همزمان با تکمیل لایه قطعه اصلی ایجاد شود و از جریان باد یا تفاوت دما جلوگیری شود. پس از اتمام پرینت، این لایه خارجی براحتی قابل جدا شدن است.

نکته: در نرم افزار Cura اگر در تنظیمات پرینتر تعداد نازل را روی 2 یا بیشتر تنظیم کرده باشید، میتوانید نازل دوم را برای ooze shield در نظر بگیرید ولی در پرینترهای تک نازله گزینه draft shield همان کار را انجام میدهد.

راه حل: جهت و سرعت فن

فن ها را دوباره بررسی کنید و مطمئن شوید که روشن هستند و به سمت مدل قرار گرفته اند. اگر اینگونه است، کاهش سرعت فن را امتحان کنید.

## 17. لایه های پرینت سه بعدی بخوبی روی هم ردیف نمی شوند:



وقتی چاپ در حال انجام است، بنظر می رسد که مشکلی در کیفیت وجود دارد؛ وقتی با دقت نگاه می کنید، می بینید که لایه ها آنطور که باید در یک راستا نیستند. اگر به ساختارهای پشتیبانی داخلی نگاه کنید، دوباره می بینید که الگو کمی بیرون زده است. دیواره بیرونی به جای صاف بودن، دارای انحرافات جزئی است که باعث ناهمواری سطح می شود. احتمال زیادی وجود دارد که این مشکل فقط از یک جهت بر چاپ تاثیر بگذارد؛ جلو به عقب یا چپ به راست.

با گذشت زمان، قطعات چاپگر سه بعدی مانند مهره ها، پیچ ها و تسمه ها شل می شوند و نیاز به سفت شدن دارند. مشکل لایه های ناهم تراز شبیه به تاثیر مشهودتر جابجایی لایه ها یا Shift است و حتماً نوعی ناهمخوانی در کارکرد مکانیکی دستگاه وجود دارد. در صورت عدم بررسی، این مشکل نهایتاً به جابجایی لایه ها منجر می شود، اما در آغاز کمتر قابل مشاهده است و مشکلی متفاوت بنظر می رسد. علت اصلی خطا معمولاً مستقیماً به تسمه های شل برمی گردد.

راه حل: بررسی تسمه ها

کار را با بررسی سفت بودن تسمه ها شروع کنید، البته نباید بیش از حد سفت باشند. وقتی دو تسمه را بهم می چسبانید، باید کمی مقاومت فشار را احساس کنید. اگر متوجه شدید که قسمت بالایی تسمه از قسمت پایینی آن سفت تر است، به این معنی است که نیاز به تعمیر و سفت کردن دارد. برخی از پرینترهای سه بعدی، مانند Original Prusa i3، دارای کشنده تسمه تعبیه شده هستند و معمولاً مشکل را برطرف می کند ولی برای دیگر دستگاهها این مشکل را با شرکت سازنده مطرح کنید. در بدترین حالت باید خودتان دست به کار شوید و تسمه را بصورت دستی سفت کنید.

تسمه های پرینتر معمولاً فقط یک حلقه پیوسته هستند که به دور دو پولی دنداندار می افتند. یک مشکل رایج این است که به مرور زمان تسمه می تواند روی یکی از پولی ها بلغزد و به تدریج در بالا سفت تر از پایین شود (یا برعکس) و همین امر به ناهم ترازای لایه ها دامن می زند.

راه حل: کسب اطمینان از تمیزی محور حرکتی

با گذشت زمان، ضایعات و کثیفی روی میله های حرکتی جمع می شوند و لکه هایی با اصطکاک بالاتر را به وجود می آورند که همین امر روی حرکت آزاد هد پرینتر تاثیر می گذارد و باعث جایجایی لایه ها می شود. پاکسازی و روغن کاری مجدد میله ها معمولاً مشکل را حل می کند.



اسپری روغنی چرب ناهید

حتما با شرکت سازنده دستگاه درباره انتخاب نوع روان کننده و نحوه تمیزکاری مشورت کنید. هرگز روغن چرخ خیاطی را برای محورهای چاپگر سه بعدی بکار نبرید؛ چون این نوع روغنها سازگاری دستگاههای صنعتی را ندارند و تدریجا سفت و جرم گرفته شده، مشکل را تشدید میکنند. اسپری های کنتاکتور روغنی برای تمیزکاری محورهای دستگاههای صنعتی مرسوم تر هستند.



چطوری محور حرکتی پرینتر سه بعدی را روغنکاری کنم؟

پیش از پاشش کنتاکتورهای روان کننده، بررسی کنید که محورهای حرکتی تمیز و عاری از کثیفی و ضایعات چاپی باشند. پاک کردن سریع میله ها با دمنده یا یک دستمال پارچه ای بدون کرک قبل از اسپری روغن، کار بسیار خوبی است. وقتی همه میله ها تمیز شد، کمی کنتاکتور به آنها اسپری کنید اما زیاده روی نکنید. سپس از نرم افزار کنترلر چاپگر یا با حرکت دست سعی کنید تا هد را در محورهای X و Y حرکت دهید و مطمئن شوید که میله ها به طور یکنواخت روغن کاری شده اند و به نرمی حرکت می کنند. اگر روغن بیش از حد اعمال کرده اید، جای نگرانی نیست، می توانید آن را با یک پارچه بدون پرز پاک کنید.

راه حل: کسب اطمینان از عدم خمیدگی یا انحراف میله ها

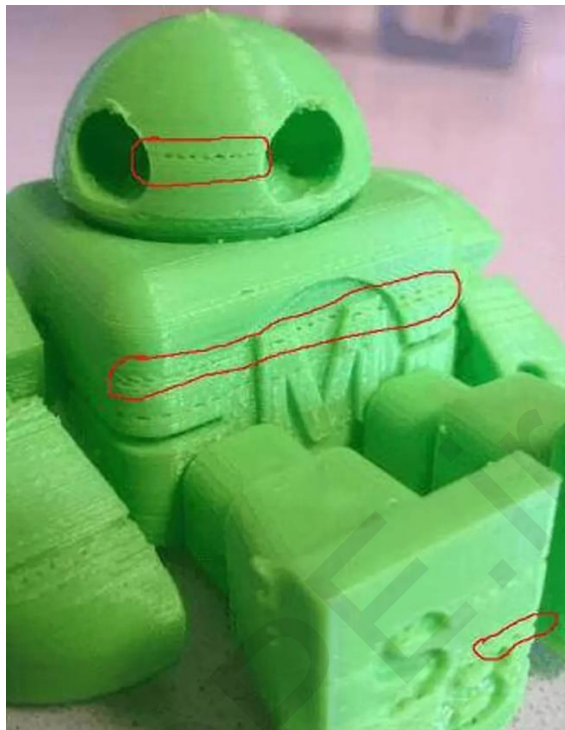
اگر می بینید که نازل-هد پرینتر در نقاط خاصی لنگ می زند، ممکن است یکی از میله ها کمی خم شده باشد. دستگاه را خاموش کنید تا برق از استپرها عبور نکند و سپس هد را در راستای محورهای X و Y حرکت دهید. اگر احساس مقاومت کردید، یعنی چیزی اشتباه است. با بررسی این نکته شروع کنید که میله ها هم راستا باشند. اگر هستند، آنها را بردارید و روی سطح صاف بغلتانید. اگر خم شده باشند، براحتی مشخص خواهد شد.

اکثر پرینترها از میله های رزوه دار استفاده می کنند، گاهی در طول زمان دچار خمیدگی می شوند. می توانید از نرم افزار چاپگر برای حرکت دادن به سمت بالا یا پایین بستر استفاده کنید. اگر یکی از میله های محور Z خم شده باشد، فوراً متوجه خواهید شد. متأسفانه، صاف کردن دقیق میله خم شده غیرممکن است و باید آنرا با میله ای نو تعویض کنید.

راه حل: بررسی پولی های حرکتی

پولی ها معمولاً مستقیماً به یک موتور استپر یا به یکی از میله های اصلی، که نازل هد را هدایت می کند، متصل هستند. اگر پولی را بچرخانید، یک پیچ کوچک را مشاهده خواهید کرد. میله و تسمه متصل را نگه دارید، به تسمه فشار وارد کنید تا پولی را وادار به چرخش کند. هیچ لغزش و سُر خوردنی نباید بین پولی و استپر یا میله وجود داشته باشد. اگر وجود داشت، پیچ تنظیم را سفت کنید و دوباره امتحان نمایید.

## 18. برخی لایه های پرینت در قطعه ناپدید شده اند:



شکاف هایی در مدل دیده می شود زیرا برخی لایه ها چاپ نشده اند (بخشی از آنها یا تمام لایه)، زیرا چاپگر سه بعدی نتوانسته مقدار پلاستیک مورد نیاز برای ساخت این لایه های حذف شده را فراهم کند. اگر لایه ها به شدت بیشتری چاپ نمی شوند، مشکل می تواند از کمبود اکستروژن بوده یا مشکلی در فیلامنت (تغییر قطر)، رول فیلامنت، چرخ تغذیه یا نازل وجود داشته باشد.

یک علت دیگر، بخاطر اصطکاک قطعات مکانیکی است که سبب میشود بستر ساخت بطور موقت گیر کند. این یعنی، میله های عمودی بطور کامل با یاتاقان های خطی هماهنگ نیستند: ممکن است در یکی از میله های محور Z یا یاتاقانها مشکلی وجود داشته باشد. ممکن است میله منحرف یا کثیف شده یا به خوبی روغن کاری نشده باشد.

بد نیست که هر از گاهی به پرینتر خود رسیدگی کنید؛ ظاهر شدن شکاف در پرینت نشانه این است که وقت آن رسیده که به پرینتر سه بعدی خود توجه بیشتری نشان دهید. با بررسی محورهای حرکتی شروع کنید و مطمئن شوید که بیرون نیامده اند یا جابجا نشده اند (به میزان اندکی هم نباید تکان بخورند).

راه حل: بررسی تراز بودن محورها

مطمئن شوید که همه میله های حرکتی در تراز کامل هستند و جابجا نشده اند. می توانید با قطع کردن برق (یا غیر فعال کردن استپرها) و سپس حرکت دادن آرام هد در محور  $X$  و  $Y$  متوجه این امر بشوید. اگر مقاومتی حس کردید، یعنی مشکلی وجود دارد و معمولاً تشخیص اینکه مشکل به دلیل ناهم تراز، خمیدگی میله یا مشکل در یکی از یاتاقان ها است، بسیار ساده است.

وقتی یاتاقان ها از کار می افتند، معمولاً صدایی به گوش شما می رسد. همچنین باید بتوانید حرکت نایکنواخت هد را احساس کنید، طوری که هنگام چاپ بنظر می رسد دستگاه کمی لرزش دارد. در این صورت، برق را از پریز بکشید و هد را در راستای محورهای  $X$  و  $Y$  حرکت دهید تا ناحیه یاتاقان خراب را پیدا کنید.

راه حل: تمیزکاری و روغنکاری محورها

طبق توضیحات صفحات قبل، محورها را تمیز و سپس اسپری روغنی را پاشش کنید.

راه حل: کمبود اکستروژن

مشکلات نازل و خروج نامناسب فیلامنت مذاب نیز باعث میشود برخی قسمتهای قطعه بدرستی پرینت نشود. بنابراین نکات مربوط به کمبود اکستروژن را که در بخشهای قبل توضیح دادیم دوباره مطالعه کنید.

## 19. بخشهایی از قطعه کج پرینت سه بعدی می شود:



وقتی فرایند چاپ در حال انجام است، مدل شروع به کج شدن می کند. لبه های عمودی به جای اینکه صاف و مستقیم باشند، با زاویه چاپ می شوند و این زاویه در سراسر چاپ ثابت نیست. شدت این امر می تواند در مراحل مختلف افزایش یا کاهش یابد.

یکی از پولی های متصل به موتور استپر کمی شل شده یا یکی از تسمه ها به چیزی ساییده می شود و جلوی حرکت کامل هد را می گیرد. تنها کاری که باید برای رفع مشکل انجام دهید این است که مطمئن شوید هیچ یک از پولی ها سُر نمی خورند و پیچ های تنظیم که پولیها را در جای خود نگه می دارند، همگی سفت شده اند.

اگرچه این راه حل باید ساده و سریع باشد، اما یکی از مشکلاتی که ممکن است حین سفت کردن پولی ها با آن مواجه شوید در دسترسی نه چندان آسان به پیچ های کوچکی است که روی شفت موتور محکم می شوند. تشخیص اینکه کدام پولی باعث مشکل شده است و سپس دسترسی به آن پولی می تواند مشکل ساز و زمان بر باشد.

راه حل: بررسی محورهای X و Y

اگر قطعه شما به سمت چپ یا راست کج شده است، با محور X مشکل دارید. اگر به سمت جلو یا عقب متمایل شده، با محور Y مشکل دارید. وقتی این مورد را تشخیص دادید، می توانید تسمه ها و پولی ها را بررسی کنید. اگر پرینتری وارداتی مانند Prusa i3 دارید، این فرایند ساده تر است، زیرا استپرها مستقیماً به تسمه حرکتی اصلی متصل هستند و قابل تنظیم هستند. در دیگر انواع پرینترهای وارداتی مثل MakerBot، Ultimaker و چاپگرهای سه بعدی ایرانی، این فرایند زمانبرتر است و اگر با اصول مکانیک آشنایی ندارید بهتر است با پشتیبانی سازنده دستگاه یا یک فرد ماهر مشورت کنید.

راه حل: کسب اطمینان از عدم سایش تسمه ها

به اطراف تسمه ها نگاه کنید و مطمئن شوید که آنها به کناره دستگاه یا اجزای دیگر ساییده نمی شوند. همچنین ترازبندی تسمه ها را بررسی کنید. اگر یکی از تسمه ها اندکی زاویه داشته باشد، می تواند منجر به بروز مشکل شود.

راه حل: محکم کردن پیچ تنظیم کوپلر موتور استپر

وقتی تشخیص دادید که کدام محور مشکل دارد، از یک پیچ گوشتهی آلن برای سفت کردن پیچ تنظیم کوپلر مربوطه که به موتور استپر متصل است، استفاده کنید.

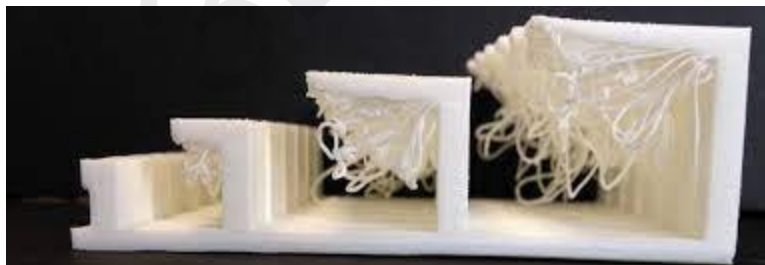
راه حل: بررسی پولی محور حرکتی

پرینترهای پیچیده تر مانند Ultimaker 2 دارای یک سری تسمه و پولی هستند. میله های اصلی X و Y در بالا دستگاه دارای هشت پولی هستند. پیچ تنظیم تمام آنها را در محور دچار مشکل سفت کنید. بعید است که اینها باعث لغزش شود، اما اگر یکی از آنها شل باشد، ممکن است تسمه از حالت تراز خارج شود.

## 20. پرینت خراب بخشهای آویزان یا برآمده (overhang error):

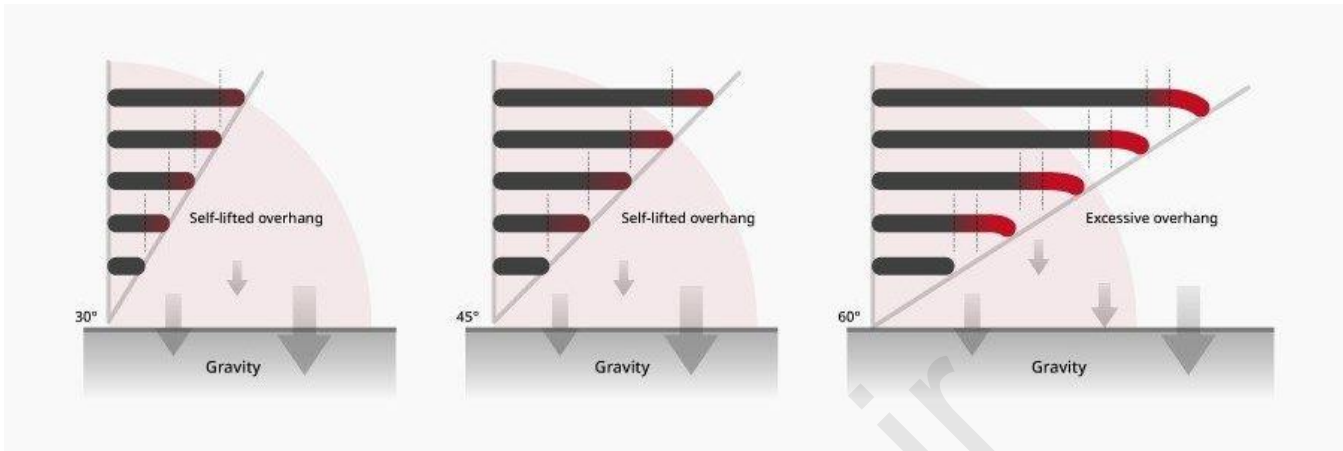


فایل سه بعدی خود را در نرم افزار اسلایسر بارگذاری می کنید و همه چیز خوب بنظر می رسد. وقتی پرینت به اواسط کار میرسد، متوجه می شوید که برخی از قسمت های مدل به خوبی چاپ شده ولی قسمتهای دیگر رشته رشته شده اند. این خطا رایج است و در محل برآمدگیها یا بخش های آویزان قطعه خطا ظاهر میشود (مربوط به مبحث بافت Support که قبلتر توضیحاتی دادیم). اگرچه این مشکل مختص کاربران تازه کار پرینتر سه بعدی است اما گاهی حرفه ای ها نیز با این دردسر مواجه می شوند.



فرایند FFF مستلزم آن است که هر لایه بر روی لایه دیگر ساخته شود. بنابراین وقتی بخشی از چاپ، هیچ پایه ای در زیر خود نداشته باشد، فیلامنت در هوای رقیق اکسترود می شود و به جای اینکه بخشی یکپارچه با مدل باشد، رشته رشته می شود و چاپ را خراب می کند.

نرم افزار اسلایسر باید احتمال بروز این مشکل را از قبل خبر بدهد. اما در برخی نرم افزارهای اسلایسر که تنظیمات پیش فرض ناقصی دارند، بدون اینکه اختطاری مبنی بر اینکه مدل به نوعی ساختار ساپورت نیاز دارد به کاربر اجازه می دهند که چاپ را آغاز کند.



راه حل: افزودن بافت ساپورت

سریع ترین و ساده ترین روش، افزودن بافت نگهدارنده یا Support است. اکثر اسلایسرها این کار را اتوماتیک بر اساس هندسه مدل انجام میدهند.

در Simplify3D مسیر Edit Process > Support > Generate support material را طی کنید؛ می توانید تراکم و دیگر تنظیمات جانبی را تعیین کنید. در نرم افزار Cura کافی است نوع ساپورت دلخواه خود را در بخش Basic Setting تعیین کنید.

راه حل: ایجاد ساپورت داخلی

ساپورت های تولید شده توسط نرم افزار گاهی می توانند مزاحم باشند و منجر به گیر کردن متریال ساپورت در جاهایی شوند که حذف آنها غیرممکن است (مثلا یک قطعه شبکه ای تودرتو را فرض کنید). ایجاد ساپورت دستی جایگزین خوبی محسوب میشود ولی این کار به مهارت بیشتری نیاز دارد و مناسب آماتورها نیست (البته در صورتی که آنرا درست اعمال کنید، می تواند نتایج خوبی رقم بزند).

راه حل: ایجاد یک سکوی ساپورت

هنگام چاپ یک پیکره، بازوها و سایر بیرون آمدگی ها رایج ترین مناطقی هستند که باعث ایجاد مشکل می شوند. استفاده از ساپورت های عمود بر بستر چاپ نیز می تواند مشکلاتی را ایجاد کند، چون اغلب باید فواصل عمودی بسیار زیادی را طی کنند. برای سازه های شکننده که قرار است براحتی جدا شوند، این فاصله می تواند مشکل ساز باشد.



ایجاد یک بلوک یا دیواره جامد زیر بازوها و سایر قسمت ها و سپس ایجاد یک ساپورت کوچک تر بین بازو و بلوک می تواند راه حلی بهتری باشد.

راه حل: زاویه دار کردن دیواره ها

در صورتیکه مدل سه بعدی توسط خودتان طراحی شده، آنرا برای پرینت سه بعدی بهینه کنید. مثلا اگر بخش آویزان مدل شما شبیه به یک طاقچه است، راه حل آسان این است که به دیواره 45 درجه شیب بدهید تا دیواره بتواند خودش را نگه دارد و نیاز به هر نوع ساپورت برطرف شود.

راه حل: چند تکه کردن مدل

راه دیگر این است که مدل را به پارتهای جداگانه چاپ تقسیم کنید. تنها مشکلی که در این مورد وجود دارد این است که باید راهی برای چسباندن کاملا تراز و منطبق این پارتهای پس از پرینت بیابید.

## 21. سطح زیر ساپورت ها خشن و ناهموار است:



شما مدلی پیچیده را با بافت نگهدارنده (Support) ایجاد شده توسط نرم افزار انتخابی خود چاپ کرده اید. اما وقتی نوبت جداسازی ساپورت ها می رسد، آثار آن روی سطح قطعه آزار دهنده است. وقتی سعی می کنید مواد این علائم را سمباده بزنید یا حذف کنید، باز هم اثری جزئی روی قطعه به جامی ماند.

بافت ساپورت بخش مهمی از فرآیند پرینت سه بعدی است و نظرات گوناگونی درباره آن وجود دارد. در بسیاری از حجمها، هنگام طراحی سه بعدی می توان با تنظیم مدل در زاویه های عمودی یا با افزودن ساختارهای ساپورت یکپارچه با مدل، از نیاز به ساپورت های جداگانه که نرم افزار چاپگر بعدا میسازد، اجتناب کرد.

نرم افزارهایی چاپگر مانند Cura و Simplify3D قادر به تولید ساپورت هایی عالی هستند و در بیشتر موارد این ساپورتها بهترین راهکار محسوب می شوند. اگرچه ساپورت های تولید شده کارایی خوبی دارند، جداسازی آنها می تواند دشوار باشد. استفاده از ساختارهای ساپورتی که خود کاربر طراحی کرده می تواند راه حل دقیق تری باشد، اما برای این کار باید با تنظیمات نرم افزار خود سر و کله بزنید و ساپورت ها را در مدل خود جا بدهید که برای کاربران آماتور ترسناک است.

بسته به نرم افزار اسلایسری که از آن استفاده می کنید، فعال کردن ساپورت به تیک زدن یک باکس نیاز دارد و گزینه های مرتبط زیادی وجود دارد که به شما اجازه می دهد ساپورت را بخوبی بهینه کنید و تاثیر ساپورت را بر سطح مدل به حداقل برسانید. با این حال، هر چقدر هم که در تنظیمات ساپورت دقت به خرج دهید، خود ساپورت به مدل شما متصل می شود و همیشه نوعی ردپا باقی می گذارد.

مشکل سطح نهایی مدل هنگام استفاده از بافت ساپورت مسئله بزرگی است و شدت این تاثیر بسته به نوع متریالی که استفاده می کنید، تغییر می کند. مثلا کار با فیلامنتی شکننده تر مانند PLA اغلب دشوارتر از کار با فیلامنتی مانند ABS است.

راه حل: بررسی محل قرارگیری ساپورت

اکثر نرم افزارهای اسلایسر به شما امکان می دهند که انتخاب کنید آیا ساختار ساپورت فقط بستر چاپ را لمس کند یا همه جا را. برای اکثر مدلها حالت Touching the Build Plate کفایت می کند. گزینه «Everywhere» در همه بخشها از ساپورت استفاده میکند. این بدان معناست که سطحی خشن و ناهموار در همه جای پرینت بجا خواهد ماند.

راه حل: بررسی توانایی های پرینتر

اغلب کاربران بدون اینکه بدانند پرینترشان می تواند شکاف ها را پر کند و زوایای نسبتاً شیب دار را براحتی چاپ کند، اشتباهها بالاترین تراکم ساپورت گذاری نرم افزاری را فعال میکنند. اکثر چاپگرهای سه بعدی می توانند شکاف های 50 میلیمتری و زوایای 50 درجه را بدون خطا چاپ کنند. برای آشنایی با قابلیت های واقعی چاپگر خود، یک چاپ آزمایشی انجام دهید. ([مجموعه فایل های تست چاپگر سه بعدی](#))

راه حل: تنظیم الگوی ساپورت گذاری

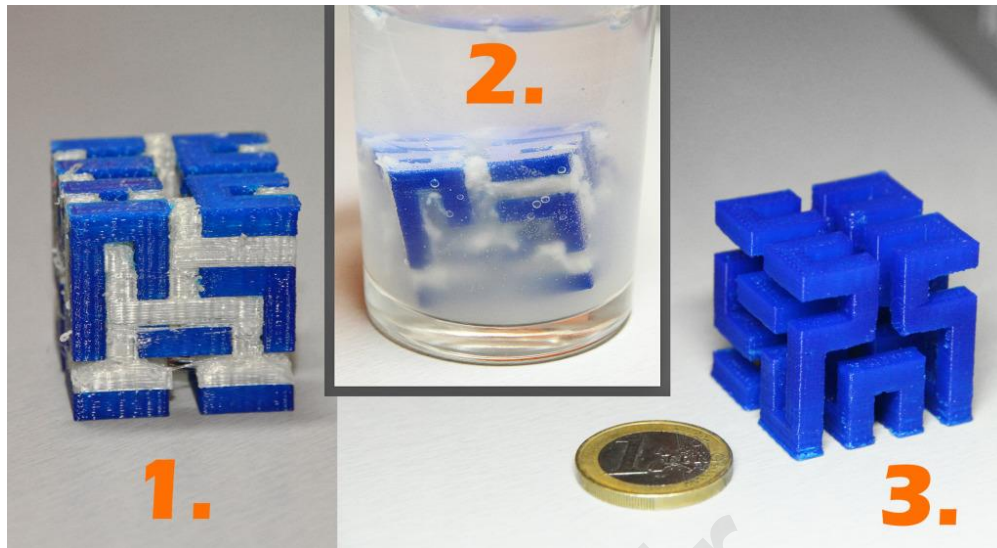
بسته به نوع مدل، تغییر الگوی ساپورت می تواند بهترین راه حل باشد. تغییر الگوی «Grid» به «Zig Zag» را امتحان کنید (در نرم افزار Cura).

راه حل: کاهش تراکم ساپورت گذاری

در نرم افزار اسلایسر، حالت نمایش را به «Layers» تغییر دهید و به ساختار ساپورت نگاهی بیندازید. نرم افزار معمولاً به صورت پیش فرض ساختاری متراکم را اعمال می کند. اگر این تراکم را کاهش دهید، ساپورت ضعیف تر می شود، اما اگر پرینتر شما به خوبی تنظیم شده باشد، مشکلی نخواهید داشت. در Cura می توان از مقدار 5 برای تراکم ساپورت استفاده کرد و تاثیر آن را بر روی سطح مدل تا میزان زیادی کاهش داد.

راه حل: کاهش دمای چاپ

محدوده مجاز دمای فیلامنت را دوباره بررسی کنید و دمای هات اند را به روی حداقل مقدار قرار دهید. این امر اگرچه پیوند بین لایه ها را ضعیف تر کند، اما جداسازی ساپورت راحت تر خواهد شد.



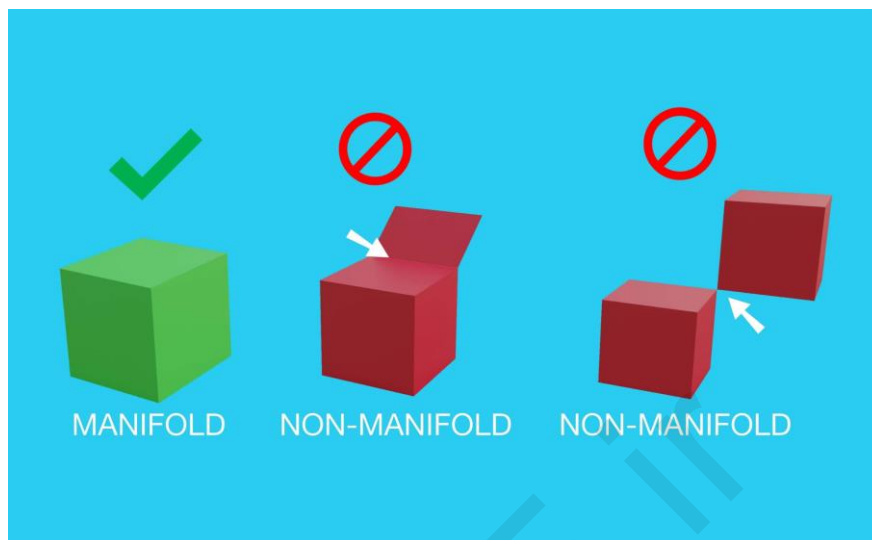
راه حل: اکستروژن دوگانه و متریال ساپورت محلول

این راه حل گران قیمت است و با شرایط بازار ایران سازگار نیست ولی بد نیست اطلاعاتی درباره آن داشته باشید. اگر دارای پرینتر سه بعدی دو نازل هستید، متریال فیلامنتهای مکمل برای فرآیند ساپورت گذاری با نازل دوم دستگاهتان وجود دارد که پس از پرینت، بافت ساپورت در آب یا مایعات شیمیایی دیگر بخوبی حل میشود و در دسر کردن بافت ساپورت را ندارید و کمترین میزان اثر نیز روی قطعه باقی می ماند. مثلاً فیلامنت PVA که برای چاپ همزمان با فیلامنت PLA ساخته شده است و راهی مناسب برای دستیابی به چاپهای پیچیده بدون به خطر انداختن سطح نهایی محسوب می شوند یا فیلامنت HIPS برای فیلامنت ABS.

پرینت دو نازل با بافت ساپورت حل شونده، ایده آل ترین روش برای ساخت قطعات هندسی پیچیده است که درون خود الزام به داشتن بافت ساپورت دارند ولی بعداً زدودن آن بخشها در حالت کندن دستی غیر ممکن میشود. بافت ساپورت حل شونده مشکل این بخشها را رفع میکند.

متأسفانه فیلامنت PVA در بازار ایران بسیار گران و تا حدی نایاب است و برای اکثر کاربران صرف چنین هزینه ای با توجه به پیچیدگی تنظیمات پرینت دو نازل دلسرد کننده است.

## 22. چاپ ضعیف با ظاهری نامناسب (منفذ و لبه باز):



در این خطا، بخش‌هایی از قطعه پرینت نشده اند یا چاپ نهایی ضعیف است. قسمت‌هایی از چاپ کاملاً متفاوت از پیش نمایش به نظر میرسند یا چاپ نهایی دارای خطاهای هندسی بی معنی است.

لبه‌های بدون منفذ (Non-manifold edges) یکی از دلایل رایج چاپ‌های بدشکل یا عجیب است. لبه‌های بدون منفذ، لبه‌هایی از مدل هستند که فقط می‌توانند در فضای سه بعدی هنگام طراحی وجود داشته باشند و نه در دنیای فیزیکی واقعی.

برای مثال، اگر دو مکعب در دنیای واقعی داشته باشید و سعی کنید آنها را مستقیماً روی هم قرار دهید و اصطلاحاً همپوشانی کنید، از نظر فیزیکی غیرممکن است زیرا دیواره‌های جامد بیرونی مانع از تلاقی دو جسم می‌شوند ولی در دنیای سه بعدی بسادگی می‌توانید این دو را روی هم بیندازید و نرم افزار سه بعدی سازی که استفاده می‌کنید، بدون در نظر گرفتن یکپارچگی ظاهری، بین آنها تمایز قائل می‌شود. برای اینکه این دو پارت بدرستی چاپ شوند، باید مدل‌ها را ادغام کنید تا هرگونه دیواره داخلی یا فضای خالی حذف شود و دو شیء معلق کنار یکدیگر ایجاد نشود.

یکی دیگر از دلایل خطا وقتی است که شما یک شی مکعب مانند دارید و یکی از سطوح را حذف می کنید. حالا شما اساساً یک مدل حاوی گپ دارید؛ این قسمت در نرم افزار شبیه چند ضلعی به نظر میرسد، اما این المان، فقط در فضای مجازی سه بعدی وجود دارد و نمی تواند شکلی واقعی هنگام پرینت پلاستیکی به خود بگیرد.

هنگام طراحی می توانید دیواره های بیرونی را در نرم افزار مشاهده کنید، اما دیواره هایی که با سوراخ برخورد می کنند، فقط بر روی دو محور ابعاد دارند. بعد سومی که به عنوان ضخامت دیوار می بینیم غیرواقعی است و بُعد فیزیکی ندارد. وقتی نوبت به برش مدل می رسد، نرم افزار تمام تلاش خود را می کند تا سوراخ را تعمیر کند. با این حال، در مدل های پیچیده تر این تلاش بی فایده است.



راه حل: استفاده از آخرین نسخه نرم افزار اسلایسر

جدیدترین آپدیت های نرم افزار اسلایسر، همگی از تعمیر خودکار لبه های بدون منفذ پشتیبانی می کنند، اما همچنان باید مطمئن شوید که مدل های شما به درستی شکل گرفته اند و آماده چاپ هستند.

راه حل: استفاده از نرم افزارهای تعمیر فایل STL

اگر از نرم افزارهای اسلایسر بروز استفاده می کنید، شاید متوجه هشدار شده باشید که به شما می گوید فایل STL دارای لبه های بدون منفذ است (Non-Manifold edges). اگر اسلایسر شما این کار را نمی کند و چاپ این خطا را داشت، بهتر است فایل سه بعدی دوباره باز طراحی شود.

اگرچه مجموعه ای از نرم افزارهای تعمیر فایل STL هم وجود دارند که می توانند بصورت آنلاین یا آنلاین (فقط برای مدل های ساده و آماتوری کم حجم + فیلترشکن) استفاده کرد. این کار معمولاً ساده و آسان است، کافی است فایل را در نرم افزار انتخابی خود آپلود کنید، اجازه دهید

بخشهای مشکل دار شناسایی شوند و سپس دستورالعمل ها را دنبال کنید. نرم افزارهای عیب یابی حرفه ای هم هستند ولی رابط کاربری پیچیده ای داشته و مناسب افراد معمولی نیست مثل [نرم افزار مش میکسر](#).

راه حل: تعمیر لبه های بدون منفذ در Simplify3D

در بخش «Process setting» روی تب «Advanced» کلیک کنید و کنار بخش «Non-manifold» گزینه «Heal» را انتخاب نمایید (معمولا انتخاب پیش فرض نرم افزار این گزینه است).

راه حل: استفاده از حالت نمایش لایه ها

در نرم افزار اسلایسر خود از حالت نمایش Layer استفاده و مدل را بررسی کنید تا ببینید که مشکلات در کجا ظاهر می شوند. یک نگاه سریع از میان لایه ها اغلب مشکل را برجسته می کند و دیگر رفع آن چندان مشکل نیست.

راه حل: استفاده از نرم افزار مدل سازی برای رفع مشکل

بهترین روش برای تعمیر مدل هایی که لبه های بدون منفذ دارند، بازسازی با نرم افزار اصلی مدل سازی فایل است؛ به طراح فایل خود این مشکلات را گوشزد کنید تا آنرا بطرف کرده و مدل مناسب را پرینت کنید. ولی اگر فایل سه بعدی رایگانی دارید که امکان باز طراحی ندارد باید برنامه های رایگان دیگری مثل Meshmixer را امتحان کنید؛ مثلا بعنوان آخرین راهکار از ابزار برش یا Cut نرم افزار مش میکسر، دو هندسه مانیفولد را جدا کنید تا از حالت معلق خود خارج شده و بعنوان دو پارت مجزا آماده پرینت شوند. (دوباره میگوییم که کار کردن با نرم افزار گیج کننده مش میکسر زمان زیادی می طلبد و آماتورها را می ترساند).



## 23. عدم پرینت بخشهای ظریف یا کوچک:



تا کنون از پرینتر سه بعدی خود که می تواند چاپهای معمول را بدون مشکل یکی پس از دیگری تکمیل کند، راضی بوده اید ولی وقتی نوبت به چاپ قطعه‌ای با جزئیات ظریف و کوچک می رسد، چاپگرتان نتایج مورد انتظار را ارائه نمی دهد؛ مثلاً لبه ها یا گوشه هایی که باید تیز و واضح باشند، انحنای نرمی مشخصی دارند و جزئیات پیچیده حالت ایده‌آلی ندارند یا اصلاً پرینت نشده اند.

حتماً قبل از شروع پرینت قطعات ظریف و پیچیده، پیش نمایش چاپ را در نرم افزار اسلایسر به دقت بررسی کنید تا بخشهایی که از پیش نمایش حذف شده اند را متوجه شوید؛ ندیدن این بخشهای قطعه یعنی اینکه پرینت هم نخواهند شد.

رایج ترین دلیل وقوع این مشکل به ارتفاع لایه گذاری یا دقت پرینت یا layer height مرتبط است. اگر وضوح پایین (عدد ارتفاع لایه بالا) را برای چاپگر خود تنظیم کرده اید، صرف نظر از اینکه پرینتر شما چه قابلیت‌هایی دارد، نمی توانید چاپی تر و تمیز داشته باشید.

اندازه نازل یکی دیگر از دلایل اصلی است. توازن بسیار ظریفی بین اندازه نازل و کیفیت چاپ وجود دارد. برای مصارف عمومی 0.4 پیشنهاد میشود و برای جزئیات ظریف 0.4 میلیمتر. نازل کوچکتر به این معنی است که دستگاه شما به تنظیم دقیقتر نیاز دارد زیرا هرگونه مشکلی در این حالت برجسته تر می شود.

دمای نازل نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است، زیرا پرینتر شما باید بتواند پلاستیک را به آرامی اکستروود کند. برای چاپ جزئیات کوچک، مطمئن شوید که نازل شما پیش از شروع کار تمیز شده است، زیرا حتی کوچک ترین انباشت فیلامنت یا انسداد در چاپ نمایان خواهد شد.

سرعت چاپ نیز تاثیر بسیار زیادی بر جزئیات خواهد داشت؛ برای پرینت های ظریف تا جای ممکن سرعت را کم کنید. شاید مجبور شوید که با افزایش زمان اکستروژن، سرعت فن را نیز تغییر دهید. برخی پرینتورها می توانند فن را در آرام ترین حالت (یا حتی خاموش) قرار دهند (البته کیفیت متریال فیلامنت شما را در این مورد دچار محدودیت می کند).

تولیدکنندگان فیلامنت هزینه های گزافی را صرف فرمول های خود می کنند تا فیلامنتی روان و چسبناک تولید کنند. هرچند برندهای ارزانتر ظاهری یکسان دارند، اما تفرانس ترکیب شیمیایی می تواند متفاوت باشد و این امر خود را در جزئیات ظریف نشان خواهد داد.

در نهایت بررسی کنید که بستر چاپ تراز باشد. حتی کوچک ترین انحراف در سطح، هنگام چاپ با وضوح بالا، کل فرایند را خراب خواهد کرد. چاپ یک فایل تست کالیبراسیون بهترین راه برای بررسی میزان تراز بودن پرینتر است.

### رفع خطای چاپ نشدن حجم های ظریف مدل سه بعدی

- قطعه را باز طراحی کنید تا ویژگی های ضخیمتری داشته باشد:

در نرم افزار اصلی که مدل سه بعدی طراحی شده است، بخشهایی که کوچکتر از قطر نازل چاپگر سه بعدی هستند را اصلاح کرده و مطمئن شوید که ضخامت ساکار یا پرینت سه بعدی متریال فیلامنت دارند.

- فعال کردن آپتم «دیواره های تک اکستروژن» در نرم افزار اسلایسینگ:

اکثر نرم افزارهای چاپ سه بعدی محبوب مانند Simplify3D و Ultimaker Cura دارای گزینه ای بنام Allow single extrusion walls هستند که برای بهبود چاپ بخش های ظریف ایجاد شده است.



عکس سمت راست: کمیت Allow single extrusion walls فعال شده است.  
عکس سمت چپ: کمیت perimeters only فعال شده است.

12

### علت عدم چاپ بخشهای ظریف مدل سه بعدی



چاپگرهای سه بعدی دارای اندازه نازل متنوعی هستند که وضوح قطعه را در جهت XY تعیین میکند. نازل بیش فرض اکثر پرینتورها، اندازه 0.4 میلی متر است. این نازل و تنظیمات نرم افزاری پیش فرض، برای اکثر قطعات به خوبی کار می کند ولی هنگام چاپ مدلهایی با هندسه بسیار نازک که کوچکتر از اندازه نازل هستند، مشکلات ناسازگاری ظاهر میشوند. برای مثال، اگر دیواری با ضخامت کمتر از 0.1 میلیمتر را با نازلی به قطر 0.4 میلی متر انتخاب کنید، می بینید که این دیواره نازک در نرم افزارهای اسلایسینگ چاپگر مثل Cura یا Simplify3D نشان داده نمی شود و در نتیجه پرینت هم نخواهد شد.

در مدل های شلوغ و پیچیده، این بخشهای ظریف، هنگام آماده سازی نرم افزاری چاپ، از دید کاربر پنهان می ماند و چاپ انجام می گردد و تنها پس از اتمام پرینت است که کاربر متوجه ساخته نشدن ویژگی های ظریف قطعه یا چاپ ناقص و بی کیفیت آن بخشها می شود.

رفع این مشکل با باز طراحی مدل سه بعدی، بهبود تنظیمات نرم افزاری چاپ یا تعویض سخت افزاری نازل (به اندازه ای کوچکتر) امکان پذیر است.

11

راه حل: افزایش وضوح (رزولوشن)

وضوح یا دقت پرینت را افزایش دهید - کمیت layer height یا ارتفاع لایه کمتر در نرم افزار اسلایسر باعث می شود که قطعه سطوح نهایی بهتری داشته باشند (البته با دقت بهتر، زمان پرینت و مصرف متریال افزایش می یابد، پس قطعات بزرگ نباید خیلی ظریف پرینت شوند زیرا ساخت آن به چندین روز افزایش می یابد که منطقی نیست).

راه حل: کمیت Thin Wall Behavior

در پنل Edit Process Settings روی تب Advanced نرم افزار simplify3d دو زیر گزینه وجود دارد: Perimeters only که برای قطعات معمولی غیر ظریف است و Allow single extrusion walls که برای بخشهای ظریف و نازک است و اسلایسر ضریب اکستروژن بهتری برای این قسمتها در نظر خواهد گرفت. | آموزش پرینت سه بعدی دیواره های نازک و مدل های ظریف |.

راه حل: قطر نازل

هرچه قطر نازل کمتر باشد (محدودیت منطقی تا 0.2 میلیمتر)، جزئیات بیشتری قابل چاپ هستند. اما یک نازل کوچک به معنای تیرانس کمتر نیز هست و بنابراین دستگاه شما باید به دقت تنظیم شود وگرنه خطای گرفتگی نازل ایجاد میشود و نازل کوچک هم با هر متریال فیلامنت سازگار نیست.

راه حل: رسیدگی به پرینتر سه بعدی

هرگونه اصطکاک اضافی ناشی از میله های ناهمتراز یا تسمه های شل فوراً در چاپ شما آشکار می شود. مطمئن شوید که همه چیز محکم و هماهنگ است. مراحل کالیبراسون چاپگر را طی کنید تا از تراز بودن بستر مطمئن شوید.

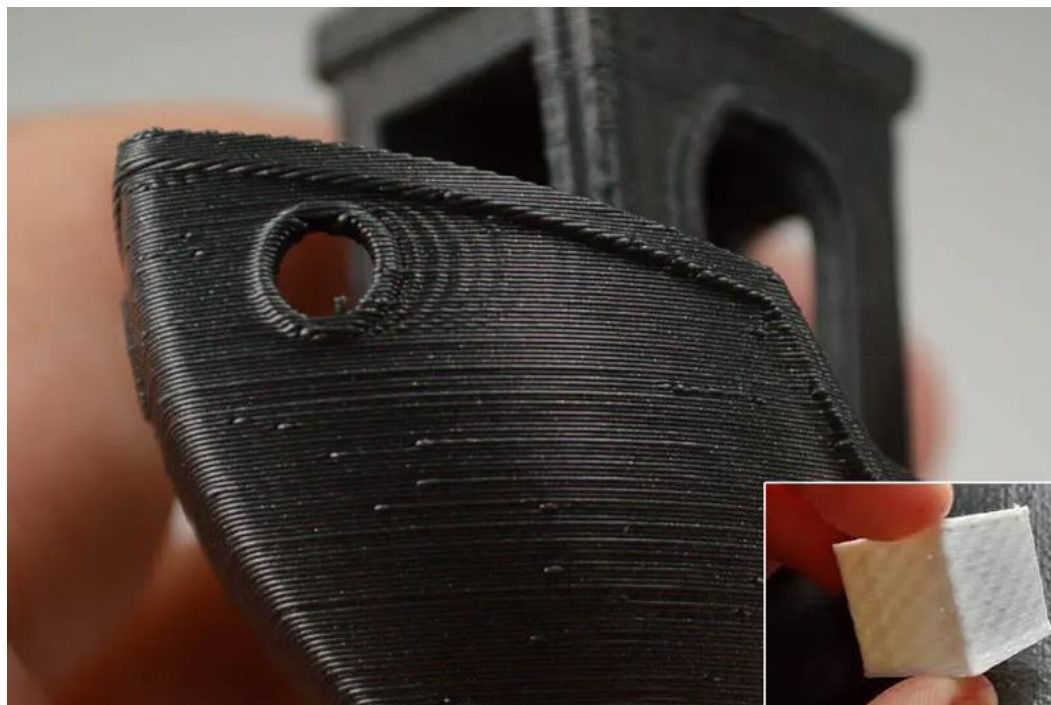
راه حل: تمیز کردن نازل و تعویض فیلامنت

پیش از شروع چاپی که جزئیات ظریف دارد، حتماً نازل را بخوبی تمیز کنید. انتخاب متریال مناسب از یک تولیدکننده معتبر کلید چاپ موفق است. بنابراین اینقدر روی خرید رولهای ارزان بی نام و نشان بازار اصرار نورزید و یک برند خوشنام فیلامنت را پیدا کنید. اتلاف وقت، پرتی پرینت و اعصاب متشنجی که بعداً با آن مواجه خواهید شد، استفاده از فیلامنتهای ارزان را توجیه نمی کند.

راه حل: کاهش سرعت

سرعت چاپ را کاهش دهید- اکستروژن آرام و ملایم احتمال خرابی کمتری دارد.

## 24. موج، رگه وزبری سطح پرینت سه بعدی:



پدیدار شدن موج روی سطح چاپ یک مشکل آزاردهنده است که برخی کاربران آنرا نادیده می گیرند چون بغیر از یک تاثیر بصری جزئی روی سطح، تاثیر مخرب چندانی بر کیفیت نهایی چاپ ندارد (البته نه در موارد شدید).

مسئله موج دار شدن معمولاً دو دلیل دارد یا ترکیبی از آن دو است:

لرزش و سرعت. سازندگان پرینتر سه بعدی تلاش می کنند تا دستگاههای خود را طوری بسازند که لرزش های کوچک ایجاد شده توسط موتورها به حداقل ممکن برسد. پرینتری مانند Ultimaker 3 را بلند کنید تا متوجه منظور ما بشوید، حتی پرینترهای سه بعدی رومیزی کوچک نیز وزنی قابل توجه دارند. وزن زیاد به کاهش ارتعاشات دستگاه کمک می کند اما آنرا بطور کامل از بین نمی برد. این ارتعاشات کوچک می توانند از طریق میز، تخته های کف یا هر سطحی که چاپگر خود را روی آن قرار داده اید، جابجا شوند. بنابراین سطحی که دستگاه روی آن قرار گرفته را بررسی کنید و ببینید که آیا به اندازه کافی محکم هست تا دستگاه را ثابت نگه دارد یا خیر (پیشنهاد میشود زیر دستگاه یک نمد ضربه گیر مقاوم به حرارت هم قرار دهید).

اگر سرعت چاپ بیش از حد زیاد باشد، امواج روی مدل پدیدار خواهند شد، راهکار ساده این است که سرعت چاپ را کاهش دهید، این کار در اغلب موارد مشکل را حل می کند.

راه حل: افزایش ارتفاع لایه چاپ

کمیت دقت پرینت (رزولوشن: Layer Height) را در نرم افزار اسلایسر بهبود دهید.

راه حل: کاهش لرزش

مطمئن شوید سطحی که پرینتر سه بعدی را روی آن قرار داده اید، محکم است و حین انجام فرایند چاپ لرزشی را با چشم مشاهده نمی کنید.

راه حل: سرویسکاری چاپگر سه بعدی

تسمه شل بطرز بدی روی کیفیت چاپ تاثیر می گذارد. دستگاه را بررسی کنید تا همه چیز سفت و محکم باشند. محورهای حرکتی نیز در طول زمان فرسوده می شوند، پرینتر را خاموش کرده و بررسی کنید که همچنان روان و سالم باشند. تمام میله ها را نگاه کنید تا اطمینان یابید کثیفی و غبار روی آنها ننشسته باشد و سپس یک محلول کنتاکتور سازگار را به آنها اسپری کنید تا از روان بودنشان خاطر جمع گردید.

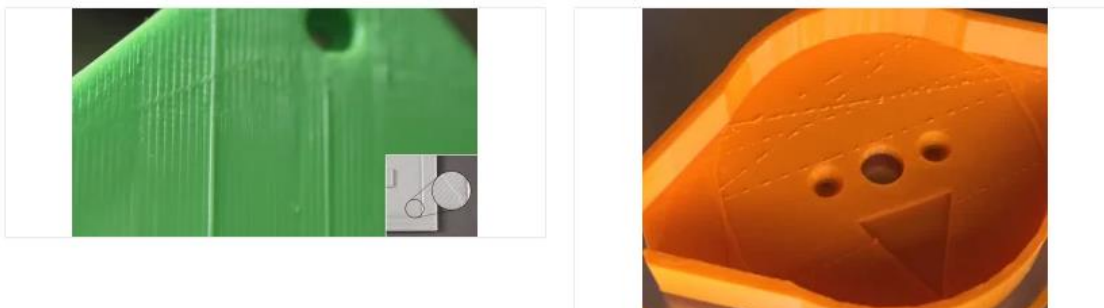
راه حل: کاهش سرعت چاپ

در نرم افزار اسلایسر مقدار کمیت print speed را کاهش دهید.

راه حل: تغییر فیلامنت

میتوانید یک فیلامنت با مارک متفاوت با برند فعلی امتحان کنید. معمولاً فیلامنت بی کیفیت تاثیر بسیار بدی روی کیفیت قطعه می گذارد.

## 25. خراش، کوک یا درز پرینت سه بعدی



خطی افقی در سراسر لایه بالایی چاپ ظاهر شده که معمولاً بصورت مورب از یک طرف به طرف دیگر امتداد یافته است.

فرآیند چاپ سه بعدی با قرار گرفتن لایه های متوالی روی یکدیگر ایجاد می شود. وقتی یک لایه در حال دپوزیت شدن است، هد چاپ در طول محورهای X و Y حرکت می کند. پس از تکمیل لایه، هد در راستای محور Z بالا می رود و به نقطه شروع باز می گردد تا لایه بعدی را چاپ کند. در این مرحله است که خط قابل مشاهده یا درز رخ می دهد. همچنین مشکل به خاطر نشت فیلامنت یا سایش فیزیکی نازل روی سطح مدل نیز هست.

فعال بودن کمیت Combing در نرم افزار اسلایسر، یکی از متخلفان اصلی در این قضیه است. این گزینه، هد پرینتر را در ناحیه چاپ شده نگه می دارد. در نتیجه، اگر فیلامنت اضافی وجود داشته باشد، روی بقیه قسمت ها نشت می کند. در حالت دیگر، هد به اندازه کافی بلند نمی شود و نازل داغ روی سطح مدل ساییده می شود و جای خراش باقی می ماند.

اکستروژن بیش از حد نیز یکی دیگر از دلایل خراش دار شدن پرینت است. در این حالت هد پرینتر مترتال اضافی را بدنبال خود میکشد و ردی از فیلامنت به جا می گذارد. در سطوح صاف بزرگتر، ممکن است خط مورب را در سراسر سطح مشاهده کنید.

دمای بیش از حد دلیلی کمتر محتمل است، اما وقتی از فیلامنت های ارزان یا کهنه استفاده می کنید، گرمای باقی مانده در نازل میتواند منجر به نشتی فیلامنت شود و با جابجایی نازل ردی از خود به جا بگذارد.

راه حل: گزینه های نرم افزاری اسلایسر

ویژگی Combing نرم افزار Cura هد پرینتر را روی نواحی چاپ شده نگه می دارد و بنابراین نیاز به بازکشش (Retraction) را کاهش می دهد. در حالی که این امر باعث افزایش سرعت چاپ می شود، می تواند ردپایی روی پرینت ایجاد کند Combing. را غیرفعال کنید، در بیشتر موارد با این کار مشکل حل می شود، اما باید زمان بیشتری به چاپ اختصاص دهید.

ویژگیهای Movement Behavior و Z-hop: Vertical lift نرم افزار simplify3d سبب میشوند که مسیر حرکت اکسترودر را برای جلوگیری از عبور از روی محیط بهینه کند. اکسترودر میتواند با تغییر مسیر حرکت از عبور بالای طرح اجتناب کند و به حرکت اضافه عقب نشینی هم نیاز نخواهد بود. برای استفاده از این ویژگی کافی است گزینه Avoid crossing outline for travel move را فعال کنید.

فقط فیلامنت مشکل محسوب نمی شود. اگر هد به اندازه کافی از سطح چاپ بلند نشود، خود نازل می تواند هنگام حرکت از لایه ای به لایه دیگر زخم هایی روی سطح ایجاد کند. در نرم افزارهای پرینتر قدیمی، اگر تنظیمات Z-Lift یا Z-hop وجود ندارد، باید دوباره فرایند کالیبراسیون دستگاه را انجام دهید، در غیر این صورت کمیت Z-hop یا Z-Lift را با فواصل 0.25 میلیمتری در نرم افزار اسلایسر افزایش دهید.

راه حل: کمیت Retraction یا بازکشش

اگر Combing را غیرفعال کرده اید و مشکل همچنان پابرجاست، سعی کنید مقدار کمیت بازکشش یا retraction را افزایش دهید. اگر مشکل هنوز ادامه داشت، به اکستروژن و دمای نازل نگاهی بیندازید.

راه حل: بررسی اکستروژن

نحوه تنظیم نرخ جریان فیلامنت بسته به چاپگر شما متفاوت است. اگر از برنامه Cura یا دستگاه های اولتیمیکر استفاده می کنید، جزئیات مربوط به جریان را در دستگاه Ultimaker 2 در تنظیمات متریال پیدا می کنید و در دستگاه Ultimaker 3 آن را در تنظیمات Custom خواهید یافت.

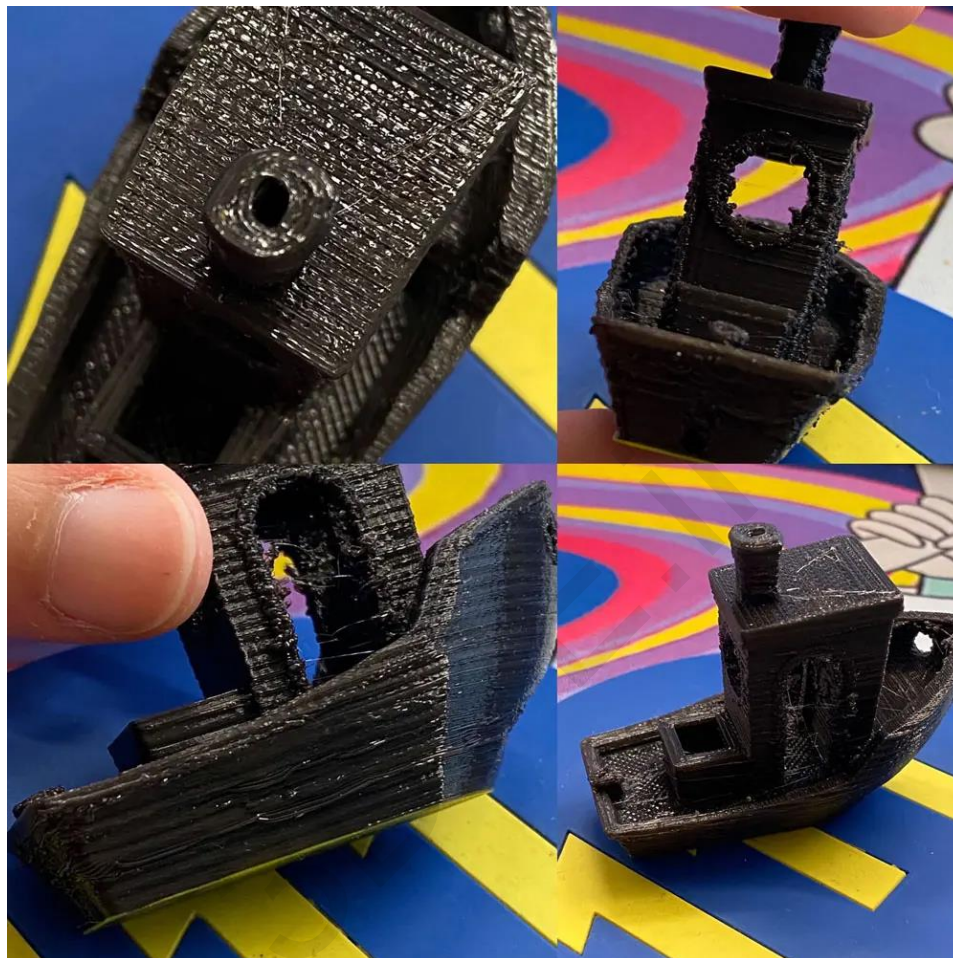
نرخ جریان را 5 درصد کاهش دهید و سپس یک [مکعب کالیبراسیون](#) چاپ کنید تا ببینید که آیا فیلامنت به درستی اکستروود می شود و مشکل حل شده است یا خیر.

راه حل: دمای نازل

این مشکل برای فیلامنت باکیفیت رخ نمی دهد، اما اگر فیلامنت شما کهنه شده یا در معرض رطوبت و نور خورشید قرار گرفته باشد، ممکن است متوجه شوید که تolerانس فیلامنت نسبت به دما کاهش یافته است. دمای هات ایند را 5 درجه کاهش دهید و دوباره امتحان کنید.



## 26. قطعه ظاهری رشته‌رشته و آویزان دارد (اکستروژن زیاد):

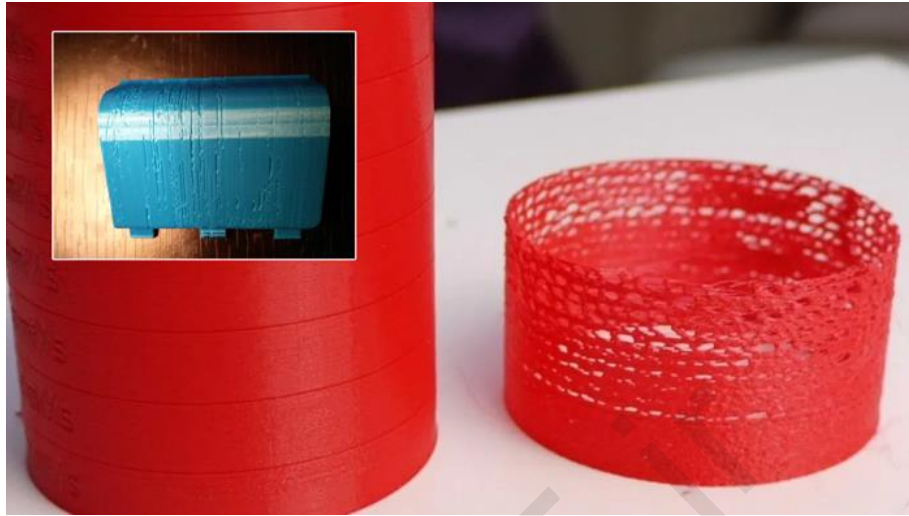


اکستروژن بیش از حد به این معنی است که پرینتر بیش از حد نیاز متریال را تامین می‌کند. این امر منجر به وجود متریال اضافی در سطح خارجی مدل می‌شود. بنابراین مقدار ضریب اکستروژن (Extrusion multiplier) یا جریان (Flow) در نرم افزار اسلایسر شما بسیار بالا است.

در نرم افزار اسلایسر چاپگر ببینید که آیا مقدار Extrusion Multiplier درست تنظیم شده است یا نه. اگر درست بود، مقدار تنظیم Flow Rate را در نرم افزار پرینتر کاهش دهید.

دمای هات اند نازل Nozzle Temp و سرعت فن Cooling Fan نیز بر روی این خطا تاثیر دارند.

## 27. دیواره پرینت شکاف دار، نازک و بسیار ضعیف (اکستروژن کم):



کمبود اکستروژن در مواقعی اتفاق می افتد که پک اکسترودر پرینتر سه بعدی متریال فیلامنت کافی برای چاپ را تامین نمی کند. کمبود اکستروژن نشانه های آشکار زیادی دارد- مثلاً لایه ها به شکلی قابل توجه نازک می شوند، شکاف هایی ناخواسته ایجاد میشود و حتی برخی لایه ها کلاً چاپ نمی شوند.

راه حل: بررسی قطر فیلامنت و ضریب اکستروژن

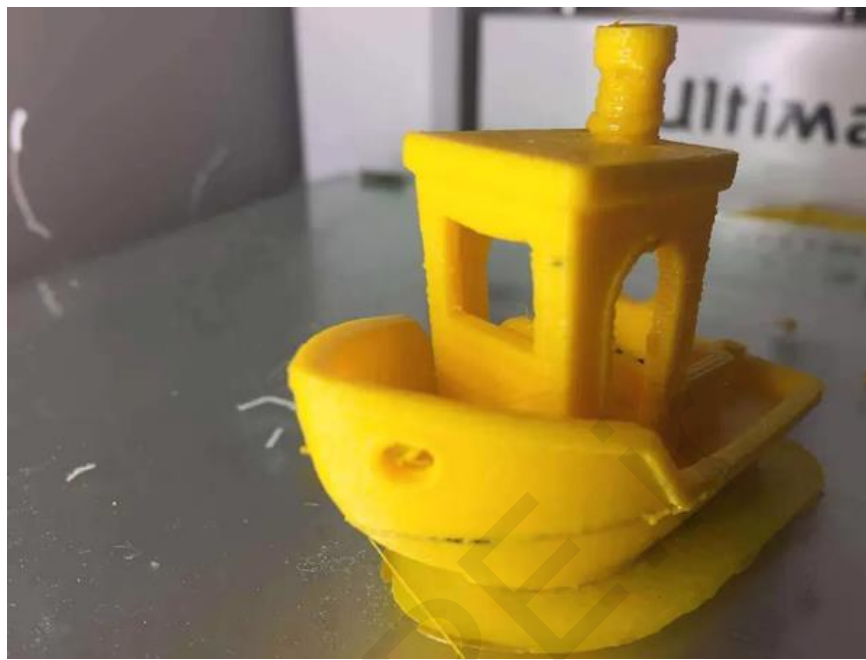
با ساده ترین مورد شروع کنید، آیا قطر فیلامنت را به درستی در نرم افزار اسلایسر تنظیم کرده اید؟ اندازه قطر و دمای توصیه شده روی جعبه فیلامنت درج شده است.

اگر قطر فیلامنت و تنظیم نرم افزار یکسان بودند، ممکن است ضریب اکستروژن (نرخ جریان: Flow rate : Extrusion Rate) بسیار کم باشد. برنامه های اسلایسر معمولاً مقدار پیش فرض قابل قبولی دارند، اما می توانید این مقدار را در فواصل 5 درصدی افزایش دهید تا زمانی که مشکل برطرف شود.

راه حل: بررسی هات اند نازل برای اطمینان از عدم گرفتگی

اغلب پرینترها پس از پایان چاپ، نازل را از محل قطعه دور می کنند. سریع بررسی کنید که نازل دچار انباشت متریال و کثیفی نشده باشد.

## 28. قطعه ظاهری دفورمه (بد شکل) و ذوب شده دارد (دمای زیاد نازل):



وقتی دقیق تر نگاه کنید، می بینید که لایه ها بیش از آنکه ناهموار و نایکنواخت باشند، ذوب شده و نرم هستند. در تصویر بالا می بینید که این امر روی کابین کمتر دیده می شود و تاثیر بسیار بیشتری روی دودکش دارد، یعنی ظاهرش همانند شمعی است که قطرات موم از کنارش ذوب شده و پایین آمده باشد.

گرم شدن بیش از حد فیلامنت همچنین می تواند باعث مشکلات بزرگی در زمینه دقت چاپ شود، بویژه اگر در مدل سوارخ های رزوه دار داشته باشید. اگر دیدید برخی سوارخ ها درست و برخی دیگر خیلی کوچک هستند، اغلب نشانه این است که دما خیلی بالا است.

دما باید بحالتی تنظیم شود که فیلامنت براحتی جریان یابد اما بسرعت سفت شود تا لایه بعدی روی سطحی جامد، دپوزیت شود.

پیش از تنظیم دما، ابتدا مطمئن شوید که تنظیمات متریکال را در نرم افزار پرینتر سه بعدی بدرستی انجام داده اید و رشته نیز براحتی درون اکسترودر وارد میشود.

راه حل: بررسی تنظیمات توصیه شده برای متریال

شاید برای شما بدیهی باشد، اما دوباره بررسی کنید که جزئیات مربوط به متریال را بدرستی وارد کرده باشید. آخرین بازه دمای مربوط به فیلامنت از 180 تا 250 درجه سانتیگراد است، پس بعید نیست که اشتباهی صورت گرفته باشد.

راه حل: کاهش دمای هات‌بِد

در پرینتر یا نرم افزار، دمای هات‌بِد را کم کنید. (Nozzle Temp) بسته به درجه گرما، دما را در فواصل 5 درجه سانتیگراد کاهش دهید.

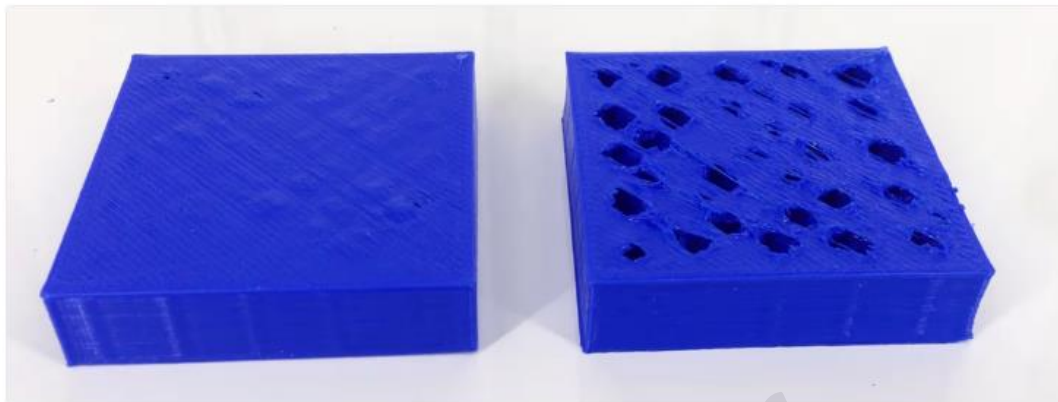
راه حل: افزایش سرعت چاپ

اگر فیلامنت تغییر رنگ نداده است، می‌توانید افزایش سرعت چاپ را امتحان کنید.

راه حل: تنظیم فن

بررسی کنید که فن‌های خنک‌کننده مستقیماً به سمت هات‌بِد باشند. پس از بررسی موقعیت آنها، در صورت امکان سرعت آنها را افزایش دهید تا شدت جریان هوا روی فیلامنت در حال خنک شدن افزوده شود.

## 29. حفره در بالای قطعه (سوراخ یا بالشی شدن):



سطح بالایی پرینت دارای فرورفتگی ها یا حفره های ناخواسته است. دلیل عمده این خطا، خنک شدن نامناسب لایه بالایی Top Layer و ضخیم نبودن سطح دیواره بالایی است.

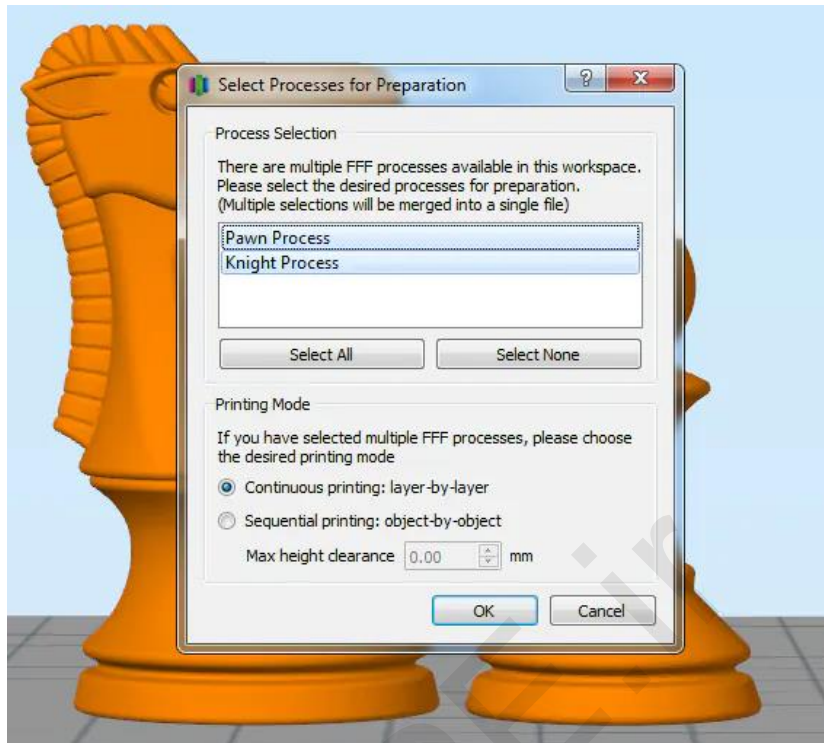
Pillowing مشکلی است که می تواند همه پرینترهای سه بعدی را تحت تاثیر قرار دهد. با این حال، این اتفاق برای کاربرانی که از فیلامنت قطر 1.75 میلیمتری استفاده می کنند، بیشتر رخ می دهد.

راه حل: بررسی موقعیت فن

خنک نشدن منظم دلیل اصلی بروز مشکل سطح پرینت سوراخ است. معمولاً در شروع چاپ، فن های پرینتر شما یا خاموش هستند یا روی سرعت کم تنظیم شده اند و پس از چاپ چند لایه اول وارد عمل می شوند. مطمئن شوید که فن های اطراف هات اند کار می کنند و به سمت هات اند نشانه رفته اند. اگر خوب کار می کنند، پس شاید مشکل این است که جریان هوای کافی را هدایت نمی کنند.

راه حل: افزایش ضخامت لایه بالایی:

دلیل اصلی خطای سطح مشبک قطعه، خنک شدگی نامناسب است اما اگر سطح بالایی قطعه به اندازه کافی ضخیم نباشد، مشکل تشدید می گردد. خوشبختانه، این خطا براحتی قابل رفع است؛ اکثر برنامه ها به شما اجازه می دهند در بخش Bottom/Top Thickness setting تغییر اندازه دیواره بالایی Top Layer را انجام دهید. کمیت باید میانگینی از حداقل 6 لایه تا حداکثر 8 لایه تعیین شود؛ مثلاً اگر ارتفاع لایه گذاری (دقت پرینت: رزولوشن) روی 0.1 میلیمتر تنظیم شده باشد، Bottom/Top Thickness setting را روی 0.6 میلیمتر قرار دهید. اگر اثر Pillowing هنوز دیده می شود، آنرا تا 0.8 میلیمتر افزایش دهید. این مقدار برای پوشاندن سوراخهایی که رخ می دهند، کافی خواهد بود.



در آخرین بروزرسانی نرم افزارهای Cura و Simplify3D ، امکان اعمال تنظیمات چندگانه پرینت یا multiple process برای هر بخش قطعه وجود دارد. البته این تنظیمات برای کاربران مبتدی پیچیده بوده و ممکن است باعث سردرگمی آنها شود.

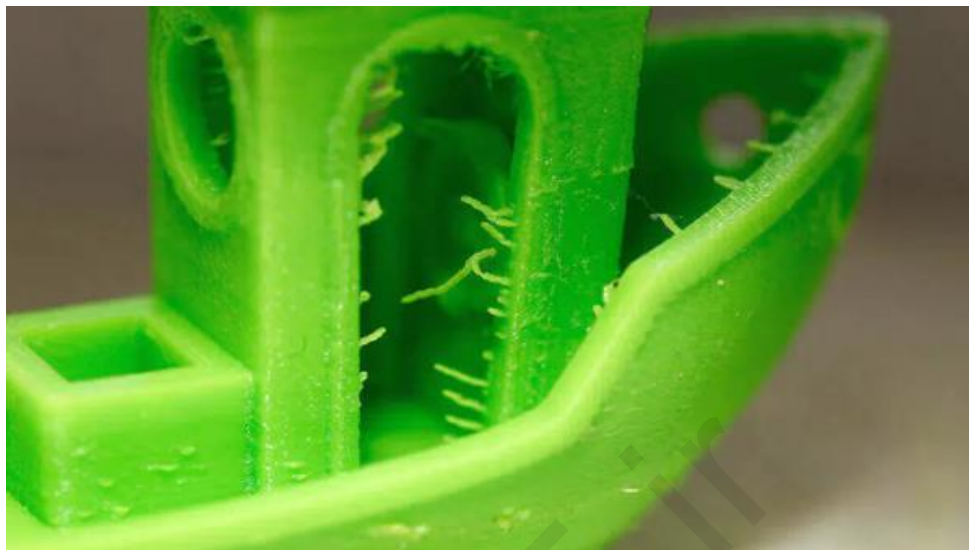
*Single Process Printing Mode*

*Multiple Process, Continuous Printing Mode*

*Multiple Process, Sequential Printing Mode*



## 30. پرز، مویا کرکی شدن پرینت سه بعدی:



Stringing یا Oozing: رشته های نازک یا ضخیم ناخواسته کم یا متراکم در لبه و اطراف قطعه دیده می شود. شیوع این خطا در چاپ همزمان چند قطعه در بستر چاپ یا قطعات با هندسه موازی تشدید می گردد. نشت فیلامنت مذاب از سر نازل هنگام حرکت پک اکسترودر به موقعیت جدید، مشکلات دمایی و سرعت عوامل ایجاد کننده این مشکل هستند.

راه حل: فعال کردن بازککش (retraction):

بازککش یا ریترکشن عامل مهمی در کیفیت نهایی مدل است و می توان آن را از طریق نرم افزارهای اسلایسر فعال کرد. عملکرد آن بسیار ساده است. به این صورت که پیش از حرکت هد چاپگر، جریان فیلامنت متوقف شده تا اصطلاحاً به سمت درون نازل عقب کشیده شود و از ایجاد ردپا توسط فیلامنت مذاب (رشته های نازک) روی مدل جلوگیری شود.

برنامه هایی مانند Cura یا Simplify3D، گزینه آماده چاپ با چند کلیک را ارائه می دهند تا کاربر پس از نصب برنامه، پرینت را شروع کند؛ این ویژگی از پارامترهای پیش فرضی استفاده می کند که در بیشتر مواقع کارایی خوبی دارند، اما برای تنظیم دقیق قطعات خاص، گزینه های دیگری وجود دارد که از طریق آنها می توانید کنترل بیشتری روی کمیت هایی مثل Retraction داشته باشید. برای مثال، می توانید حداقل حرکت هد چاپگر پیش از فعال شدن جریان فیلامنت را تنظیم کنید.



### فعال کردن Retraction > Ooze Control > تب Extruder > Edit Process Settings

- **Retraction Distance** : مقدار آن را یک تا دو درجه افزایش دهید تا خطای پرزی شدن کاهش یابد
- **Extra Restart Distance** : فاصله اکستروژن اضافی مقدم بر ریترکشن :  
فاصله بین انقباض (زمان توقف اکسترودر) و فاصله پرایمینگ (زمان راه اندازی مجدد اکسترودر) که در کاهش حبابی شدن یا کیفیت بد دیواره در شروع پرینت تاثیر دارد (مقدار دهی مثبت و منفی میپذیرد).
- **Retraction Vertical Lift (Z Hop When Retracted)** : فاصله نازل از سطح مدل در طول ریترکشن :  
جلوگیری از خراشیدگی نازل روی سطح یا نشست دادن فیلامنت در قسمت چاپ شده توسط نازل هنگام عبور اکسترودر از آن بخش قطعه. مثلا افزایش مقدار به 0.5 mm یعنی؛ نازل قبل از رسیدن به مکان جدید، 0.5 میلیمتر از بخش چاپ شده بالاتر باشد.
- **Retraction Speed** : مقدار را تدریجی افزایش دهید تا خطای پرزی شدن کمتر شود
- **Coast at End / Wipe Nozzle** :  
فعال کردن این دو گزینه باعث بهبود عملکرد پس کشش (ریترکشن) و افزایش کیفیت سطح پرینت 3بعدی می گردد (اغلب در اکسترودر غیر مستقیم موسوم به Bowden که ساختار جدا از هم دارند و دارای فشار عقب نشینی غیر ثابت هستند). «coast» اکستروژن را برای میلی مترهای آخر خط چاپ خاموش می کند. «Wipe» نازل را به فاصله کوتاهی از دیواره بیرونی مدل حرکت می دهد تا پلاستیک باقی مانده را از بین ببرد.

#### پارامترهای Retraction در نرم افزار Simplify3D

راه حل: حداقل حرکت (Minimum Travel)

اگر بازکشش استاندارد کارایی درستی برای شما ندارد، سریع ترین راهکار این است که Minimum Travel را کاهش دهید. مقدار این تنظیم را با فواصل 0.5 میلیمتری کاهش دهید تا زمانی که مشکل رفع شود.

راه حل: کاهش دمای نازل

اگر فیلامنت درون هات اند، بیش از حد گرم شود، بسیار روان شده و از سر نازل چکه کرده و سبب ایجاد کرک روی سطح قطعه می گردد. بنابراین در هنگام پرینت قطعاتی با وجهای موازی، بهتر است کمی دمای نازل را کاهش دهید (3 تا 5 درجه). دقت کنید که پایین بودن بیش از حد دمای نازل سبب نیمه جامد شدن فیلامنت و عدم خروج متریال می شود.

### - طول و سرعت حرکت اکسترودر روی فضای باز:

مشکل ریسمانی شدن سطح قطعه، زمانی رخ می دهد که ترموپلاستیک مذاب در حین حرکت اکسترودر، از نازل به بیرون تراوش می کند؛ طول این حرکت و سرعت مکان یابی اکسترودر می تواند تاثیر مستقیمی روی افزایش مکث ها و در نتیجه مقدار تراوش فیلامنت داشته باشد:

حرکتهای کوتاه یا سریع در کمترین معطلی انجام می شود و ترموپلاستیک فرصت تراوش پیدا نمی کند. اما در حرکت های طولانی یا کند، امکان نشت فیلامنت افزایش می یابد و در نتیجه سطح دیواره ها با پرزهای زائد پوشیده می شود. در نرم افزارهای پرینت سه بعدی (اسلایسینگ) مثل Cura و Simplify3D مواردی برای رفع این مشکل ایجاد شده است:

#### **Simplify3D:**

Edit Process Settings > Advanced تب > Avoid crossing outline for travel movement

Edit Process Settings > Speed تب > X/Y Axis Movement Speed

#### **Ultimaker Cura:**

Print Setting > Travel تب > Avoid printed parts when traveling

Print Setting > Speed تب > Travel Speed

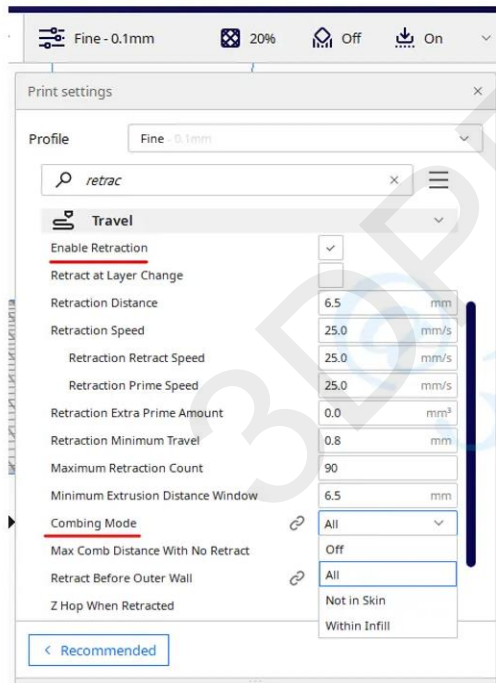
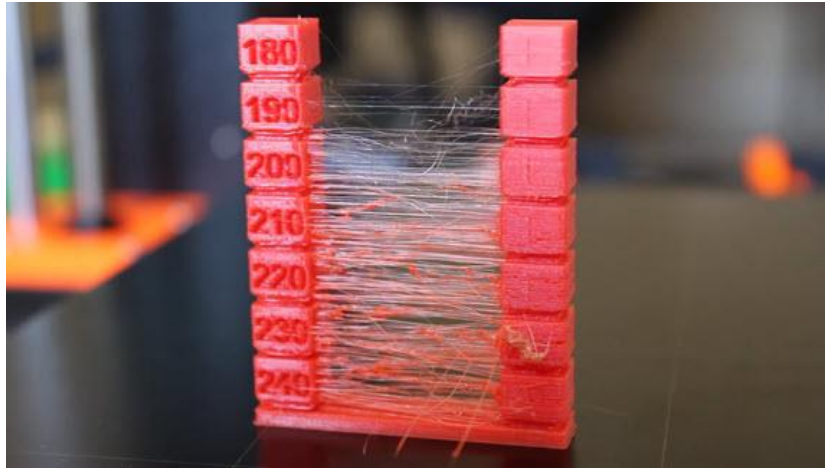
قبل از افزایش سرعت حرکت اکسترودر، با سازنده دستگاه خود مشورت کنید.

راه حل: تمیز بودن سر نازل

مطمئن شوید نازل کاملا باز و اطرافش نیز تمیز است.

راه حل: کیفیت فیلامنت

فیلامنت با ترکیب شیمیایی ضعیف که اغلب در برندهای گمنام و ارزان بکار می رود مسبب خطاهای بسیاری از جمله مشکل ریسمانی شدن هستند. اگر با وجود تنظیم تمامی آیتم های قبل همچنان خطا ادامه داشت، با یک برند با کیفیت فیلامنت چاپ را تست کنید.



#### Combing Mode :

اکسترودر بجای عبور از فضای باز برای رسیدن به مکان بعدی، مستقیماً در داخل مدل حرکت میکند که تراوش فیلامنت مرتفع شده و نیازی به عمل ریترکشن نخواهد داشت.

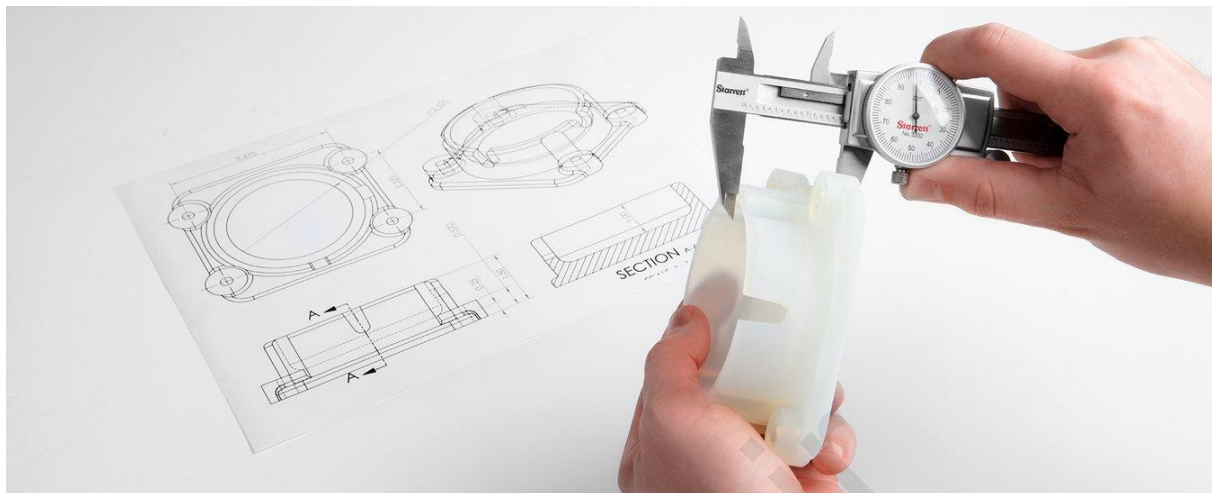
فعال کردن Combing معمولاً سبب کاهش زمان چاپ می شود زیرا حرکت های اضافه نازل حذف شده است.

برای حفظ کیفیت سطح پرینت در بخشهای بالای قطعه، زیر گزینه های Within Infill یا Not in Skin را بجای All تنظیم کنید.

#### فعال کردن Retraction در نرم افزار Cura

نکته: در صورتی که پرزها کم تراکم و نازک هستند، می توانید با یک چاقوی تیز آنها را از روی مدل حذف کنید. این راهکار اغلب سریع ترین راه حل است؛ حواستان باشد دست خودتان یا سطح قطعه را زخمی نکنید!

## 31. دقت ابعاد قطعه پرینت شده با مدل سه بعدی مغایرت دارد:



هنگامی که یک مدل صنعتی را با زحمت و دقت زیاد در برنامه CAD طراحی می کنید، توقع دارید ابعادی که با آنهمه سختی تعیین کرده اید، توسط پرینتر سه بعدی شما نیز بخوبی بازتولید شوند؛ اما، وقتی زمان پیچ و مهره کردن قطعه می رسد، متوجه می شوید که اندازه و طراحی دقیق از دست رفته است! هیچ چیز هماهنگ نیست، اندازه سوراخ ها اشتباه است و پارتها جفت و جور نمی شوند.

دقت ابعادی در واقع یکی از معدود حوزه های پرینت سه بعدی است که در آن مشکل فقط به پرینتر برنمی گردد و عواملی دیگری نیز تاثیرگذارند. بنابراین پیش از بررسی عیوب چاپگر سه بعدی، ابعاد فایل سه بعدی را بررسی کنید. پس از بررسی این مورد، می توانید به دنبال دلایل مشکل در پرینتر سه بعدی بگردید.

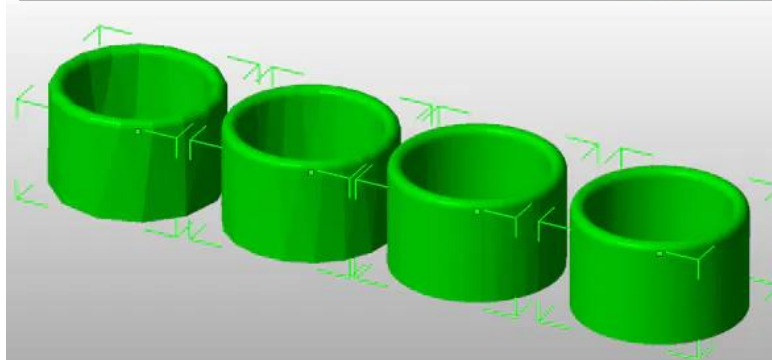
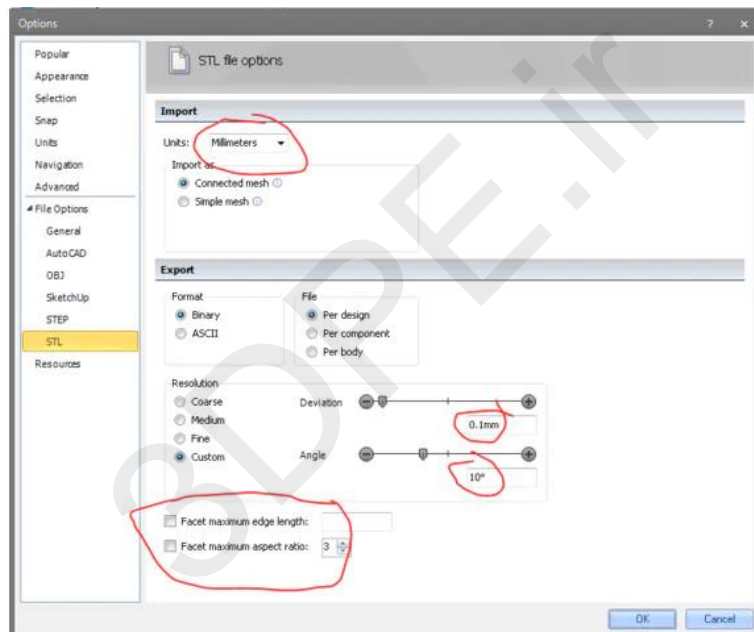
اول از همه ببینید که با چه واحدی اندازه پرینت را نهایی کرده اید؛ همیشه سانتیمتر و میلیمتر بهترین گزینه هستند. اینچ نیز واحدی قابل اجرا برای چاپ سه بعدی است. گاهی مقیاس ذخیره شده فایل سه بعدی هنگام باز شدن در نرم افزار اسلایسر چاپگر تغییر کرده، کوچک یا بزرگ میشود (بعلت تفاوت واحد اندازه گیری پیش فرض نرم افزار یا شرایط چینش در بستر پیش نمایش). شما متوجه این تغییر مقیاس نشده و با همان اندازه فایل را به پرینتر می فرستید.

اگر چاپهای جداگانه ای دارید که باید با هم چفت شوند، مثلاً اتصال نری و مادگی یا پیچ و سوراخ رزوه ای، مطمئن شوید که قطعه ورودی کمی کوچک تر از حفره است که برای آن ایجاد کرده اید. برای مثال، اگر یک پیچ M5 دارید و سوراخی به قطر 5 میلیمتر برای ورود آن ایجاد کرده اید، پیچ در آن جا نخواهد شد (دست کم بدون زور و فشار جا نمی شود). برای حل این مشکل، اندازه سوراخ را 0.1 میلیمتر برای چاپهای دقیق با جزئیات و 0.2 میلیمتر برای چاپهای کم کیفیت افزایش دهید. چاپ را دوباره انجام دهید. اگر باز هم جا نشد، آن را کمی بیشتر بزرگ کنید.

اگر سوارخ بیضی شکل به نظر می رسد، مسئله لزوماً اندازه سوارخ نیست. اگر یک مدل را به صورت Low polygon shape ایجاد کرده اید، احتمالاً سوارخ شما دیگر گرد نیست و لبه های آن کمی صاف است. هنگام چاپ یک شیء که دارای سوارخ است، همیشه مطمئن شوید که تعداد چندضلعی ها را متعادل نگه دارید تا سوارخ ها بصورت گرد و صاف چاپ شوند.

همین امر درباره اشکال سفارشی که باید با هم جفت شوند نیز صدق می کند. اگر دو بخش که باید به هم متصل شوند دارای لبه های گرد باشند، کاهش تعداد چندضلعی ها می تواند به انواع مشکلات دامن بزند.

نحوه اعمال تنظیمات Save as در نرم افزار مدل سازی سه بعدی به فرمت چاپ سه بعدی (فرمت STL) تاثیر مستقیمی بر کیفیت و دقت ابعاد پرینت دارد.



همیشه چک کنید رزولوشن مناسب (تراکم چند ضلعی در بافت مدل) را هنگام (Export) save as فایل سه بعدی در نرم افزار مدلسازی اعمال می کنید در غیر این صورت، چیزی که در نرم افزار می بینید پس از پرینت تفاوت فاحشی داشته و شما را شوکه خواهد کرد. مثلاً در عکس فوق، اشکال گرد مدل طراحی شده در نرم افزار بصورت چندضلعی های زشتی پرینت می شود که نشان میدهد باید این بخشها را برای پرینت سه بعدی بهینه سازی کنید. بنابراین این خطای ابعادی ربطی به مشکلات پرینتر سه بعدی ندارد و فقط عدم سازگاری طراحی، عامل خطاست.



وقتی همه چیز را درباره ابعاد مدل بررسی کردید و مطمئن هستید که فایل سه بعدی هیچ مشکل ابعادی ندارد، اکنون باید سراغ عیب یابی پرینتر سه بعدی خودتان باشید.

- کشش تسمه های دستگاه را بررسی کنید و مطمئن شوید که همه محوره های حرکتی صاف، روان و هم تراز هستند.
- دمای چاپ دوباره بررسی کنید و از عدم گرفتگی نازل مطمئن شوید.

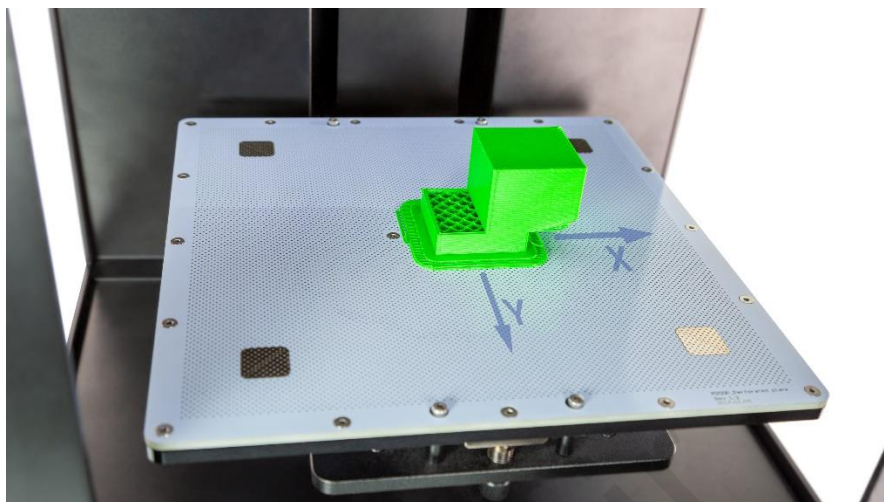
در عیب یابی خطای دقت ابعاد، چند لایه ابتدایی پرینت اهمیتی حیاتی دارند. جامعه کاربران چاپگر سه بعدی، برای راحتی عیب یابی خطای چاپ سه بعدی [مجموعه فایل های تست پرینتر سه بعدی](#) را منتشر کرده که بسیار کاربردی است.

مثلاً از لاینک فوق، یک مکعب تست کالیبراسیون 50 در 50 میلیمتر را دانلود و چاپ کنید (مطمئن شوید که مکعب را با ارتفاع لایه گذاری یکسانی با مدل نهایی خود چاپ می کنید). از کولیس دیجیتال برای بررسی اندازه بهره بگیرید؛ ابتدا ارتفاع کلی را بررسی کنید تا ببینید که آیا قطعه 50 میلیمتر است یا خیر، اگر اینطور است، پس در محور Z مشکلی وجود ندارد. در غیر این صورت، 20 لایه بالایی را به دقت اندازه گیری کنید - باید 20 میلیمتر باشد. اگر این اندازه درست است اما ارتفاع کلی اشتباه است، احتمالاً چند لایه ابتدایی مشکل را ایجاد کرده اند.

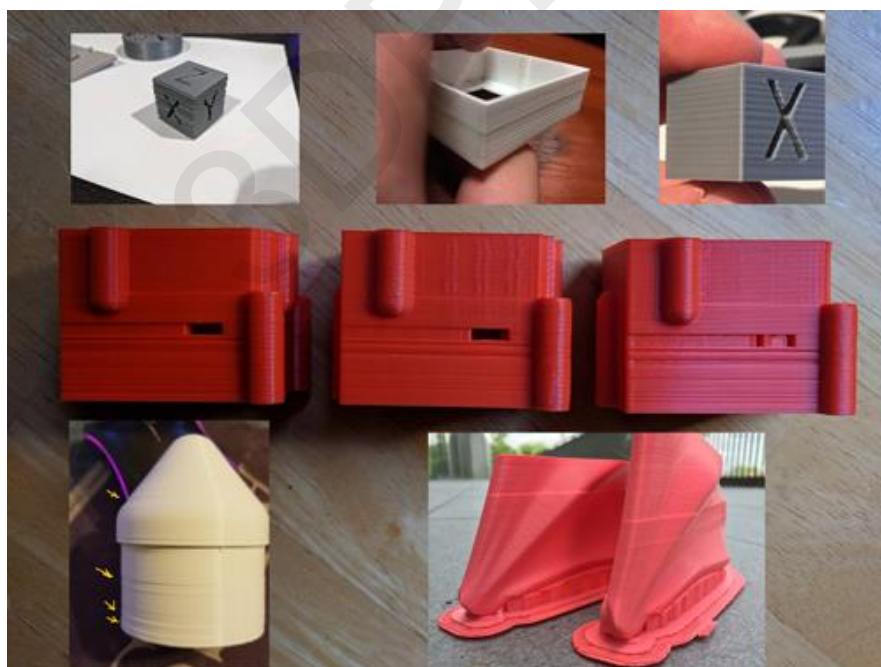
نکته: کاربرانی که دارای بیش از یک چاپگر سه بعدی هستند و میخواهند یک قطعه چند پارته را پرینت کنند، فکر میکنند که پرینت هر پارت با یک پرینتر باعث صرفه جویی در زمان میشود ولی اینکار دقت قطعه را کاهش میدهد. همیشه سعی کنید تمام پارتها را با یک پرینتر بسازید و از چاپ هر پارت با یک چاپگر متفاوت خودداری کنید. نحوه مونتاژ هر پرینتر تاثیر زیادی در دقت ابعاد هر پارت خواهد گذاشت و هنگام اسمبل نهایی این پارتها، تفاوت های مقیاسی جزئی ایجاد شده شما دچار دردسر می کند.



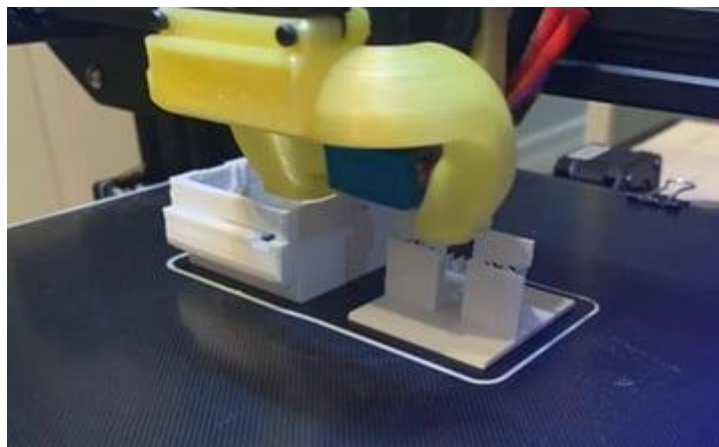
32. خطای شیفت یا جابجایی لایه پرینت سه بعدی:



در این خطا لایه های پایینی و بالایی پرینت، جابجا شده یا اصطلاحاً Shift کرده و تاثیری پله ای روی قطعه بجا می ماند. این خطا معمولاً تأثیری اندک تا بسیار بد دارد؛ در تصویر بالا یکی از شدیدترین حالت بروز خطا را مشاهده می کنید و تصویر زیر انواع شیفت جزئی را نشان می دهد.





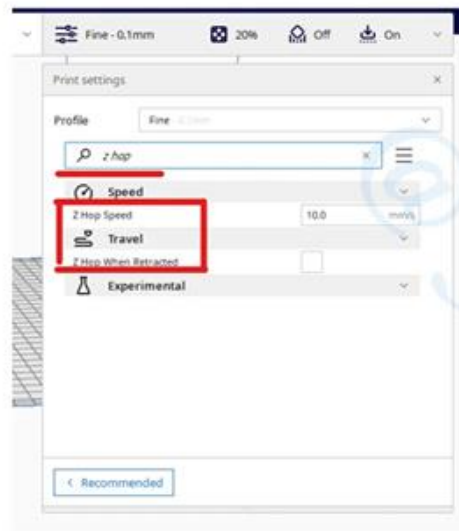


علت خطای شیفت (جابجایی لایه) بطور عمده مربوط به مشکلات سخت افزاری یا نرم افزاری چاپگر سه بعدی و در حد کمتری تنظیمات نادرست در نرم افزار اسلایسر است:

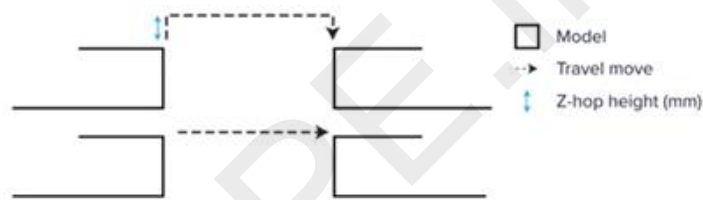
- ضربه خوردن به چاپگر سه بعدی هنگام جابجایی یا حین پرینت
- خم شدن یا ناهمتراز شدن محورهای حرکتی
- کثیف شدن محورهای حرکتی
- مشکلات تسمه و نگهدارنده محورها
- تغییر جزئی در موقعیت بستر (حرکت صفحه چاپ)
- تنظیمات اشتباه در ایور چاپگر
- گرم شدن بیش از حد بردهای الکترونیک چاپگر
- جریان برق ناکافی به موتور گام
- برخورد نازل به بالای قطعاتی با هندسه خاص (مثل تصویر فوق)
- سرعت پرینت بسیار بالا

خنک ماندن دائمی بخش الکترونیک چاپگر بسیار مهم است مثلا در پرینترهای سه بعدی با کیفیت ساخت پایین، از مدار الکترونیک ضعیف استفاده می شود تا هزینه ساخت کاهش یابد. در هنگام چاپ قطعات پیچیده و توام شدن با سرعت پرینت بالا، مدار ظرفیت پردازش خود را از دست داده و شدیداً داغ می کند؛ مادربرد بمنظور خنک شدن، دستور کاهش پردازش را صادر کرده و بعنوان مثال چرخش موتور استپر متوقف یا بسیار کم می شود که سبب اختلال در مسیر حرکت اکسترودر و در نتیجه خطای شیفت لایه در قطعه می گردد.

این مشکل در چاپگرهای سه بعدی با کیفیت نیز بخاطر سرعت بسیار بالای چاپ یا قرار گرفتن دستگاه در محیطهای پرتنشی که گرم و مرطوب یا پر از گرد و غبار هستند، پیش می آید.



کمیت Z hop یا ارتفاع نازل  
در نرم افزار اسلایسر Cura



جلوگیری از برخورد نازل به قطعه و شکستگی با تنظیم کمیت Z-hop نرم افزار Cura

راه حل: بررسی ثبات پایه پرنتر

پرنتر را روی یک پایه ثابت و در مکانی قرار دهید که از ضربه خوردن و تکان خوردن در امان باشد. حتی یک حرکت کوچک پرنتر میتواند پایه مدل را جابجا کند و به مشکلات شیفتهینگ دامن بزند.

راه حل: بررسی بستر چاپ

بسیاری از پرنترهای سه بعدی از نوعی بستر چاپ جداشونده استفاده می کنند. هرچند این ویژگی در فرایند برداشتن مدل سودمند است و از آسیب به پرنتر جلوگیری می کند، اما با گذشت زمان گیره ها و پیچ ها شل می شوند. مطمئن شوید که هنگام نصب مجدد بستر، گیره یا پیچ در جای خود محکم باشد تا جلوی هرگونه لغزش صفحه ساخت را بگیرد.

راه حل: کسب اطمینان از عدم تاب برداشتن لایه های بالایی

اگر لایه های بالایی مدل خیلی زود سرد شوند، می توانند به راحتی تاب بردارند. وقتی لایه ها تاب برمی دارند، قطعه بالا می آید و مانع حرکت آزادانه نازل می شود. در بیشتر موارد مدل از روی بسترها می شود، اما اگر اینطور نباشد، موتورهای استپر قدرتمند می توانند مدل و بستر را به اطراف هل بدهند. اگر لایه های بالایی مدل شما تاب داشته است، سرعت فن ها را کمی کاهش دهید.

راه حل: کاهش سرعت چاپ

این امکان وجود دارد که با افزایش دما و جریان فیلامنت، زمان پرینت را بهبود دهید. اما جریان فیلامنت بیشتر با سرعت پرینت بیشتر گاهی برای باقی اجزای دستگاه مشکل ساز می گردد. اگر در حین چاپ صدای کلیک و تیک شنیدید، این می تواند نشانه سرعت بیش از حد پرینت باشد.

راه حل: بررسی تسمه ها

تسمه ها را بررسی کنید. به سراغ تسمه ها بروید و دو طرف را بهم بچسبانید. کشش در تمام تسمه ها باید یکسان باشد و گرنه باید موقعیت تسمه ها را تنظیم کنید تا کشش یکنواخت شود. به مرور زمان، تسمه های لاستیکی کش می آیند (اغلب می توان این امر را با سُر خوردن تسمه روی پولی تشخیص داد)، اگر کمی بازی در تسمه ها وجود دارد، وقت آن است که آنها را با تسمه های جدید، ترجیحاً از نوع ترکیبی با الیاف فولادی عوض کنید.

تسمه های زیادی سفت نیز می توانند مشکل ساز شوند. برخی پرینترها مانند Prusa i3 دارای پیچ های کشش تسمه هستند که به شما اجازه میدهند به راحتی کشش تسمه را تنظیم کنید.

راه حل: بررسی کوپلرهای حرکتی

کوپلرها معمولاً مستقیماً به یک موتور استپر و یکی از میله های اصلی هد پرینتر متصل هستند. اگر کوپلر را با دقت بچرخانید، یک پیچ تنظیم کوچک را خواهید دید. میله را بگیرید و تسمه متصل را نگه دارید و سپس تسمه را بکشید و سعی کنید پولی را بچرخانید. هیچ لغزشی نباید بین کوپلر و استپر یا میله وجود داشته باشد. اگر وجود دارد، پیچ تنظیم را سفت کرده و دوباره امتحان کنید.

راه حل: تمیز کردن میله های حرکتی

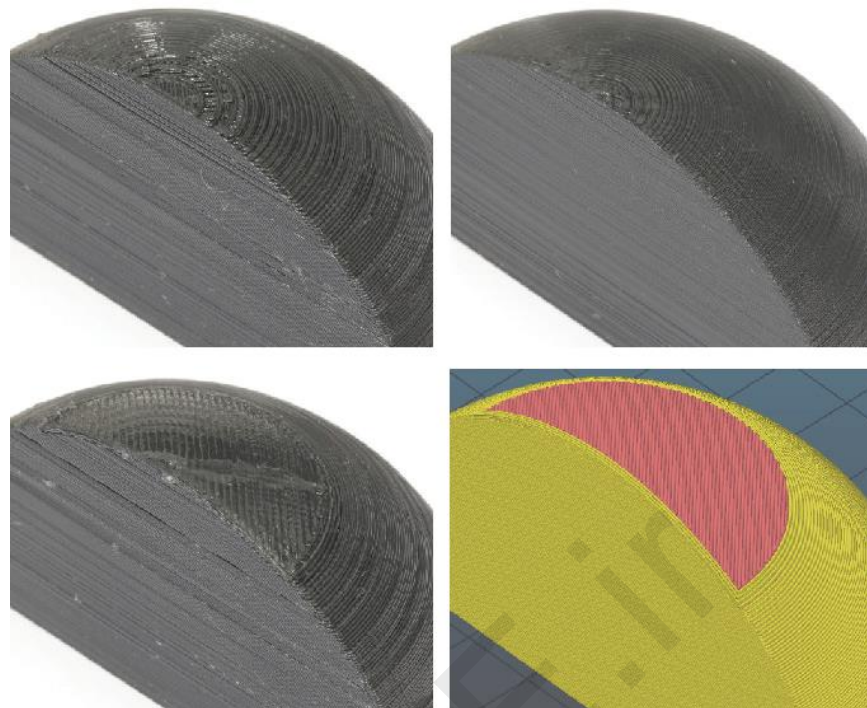
با گذشت زمان، ممکن است کثیفی و ضایعات روی محورهای حرکتی جمع شوند، یعنی در برخی نقاط با افزایش اصطکاک مواجه می شوند. این امر می تواند بر حرکت آزادانه هد تاثیر بگذارد و باعث جابجایی لایه ها شود. تمیزکاری با اسپرهای کنتاکتور می تواند مشکل سختی حرکت محورها را حل کند.

راه حل: کسب اطمینان از عدم خمیدگی میله ها

اگر می بینید که هد چاپ در نقاط خاصی لنگ می زند، شاید یکی از محورها کمی خم شده باشد. دستگاه را خاموش کنید تا برق از استپرها عبور نکند و سپس سر پرینتر را در محورهای X و Y حرکت دهید. اگر مقاومتی احساس می کنید، یعنی چیزی اشتباه است. اول ظاهر میله ها را نگاه کنید، سپس آنها را بردارید و روی یک سطح صاف بغلتانید. اگر میله خم شده باشد، به روشنی مشخص خواهد شد.

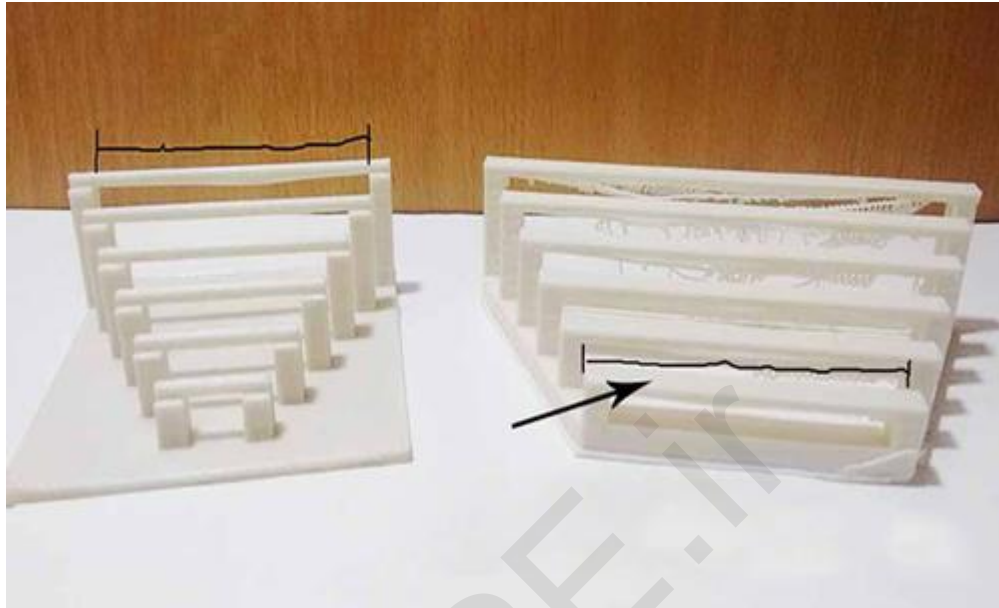
### سه نوع خطای شیفت (Shift)





طبیعت لایه گذاری پرینت سه بعدی در احجام هندسی مدور اثر خود را تا حدی باقی می‌گذارد و ربطی به خطای Shift و ... ندارد (مانند عکس فوق). راهکار رفع این مشکل، بهبود کیفیت سطح چنین بخشهایی از طریق افزایش رزولوشن یا دقت چاپ، پرداخت و سمباده کاری پس از پرینت و همچنین باز طراحی سه بعدی در نرم افزار اصلی (مثلا افزایش بافت مش این قسمتها) می‌باشد.

## 33. خطای پل زنی:



فرض کنید قطعه ای باید پرینت شود که دو ستون با فاصله زیاد از یکدیگر دارد، بخشی که بین این دو ستون قرار می گیرد و زیر آن خالی است، پل یا Bridge در فرآیند چاپ سه بعدی نامیده می شود. اگر چاپگر شما درست تنظیم شده باشد، پل زدن مشکلی ایجاد نمی کند. اما وقتی پرینتر شما نمی تواند بین کوچک ترین شکاف ها پل بزند، یعنی چیزی درست نیست.

پی بردن به دلیل عدم پل زدن شکافها معمولاً آسان است و در بسیاری موارد می توان از ظاهر پل خراب شده متوجه دلیل مشکل شد. همچنین، باید در نظر داشت که شیوه مدیریت پل زنی در اسلایسرها مختلف با یکدیگر متفاوت است، مثلاً برنامه اسلایسر Simplify3D در آخرین بروزرسانی خود دارای سیستم پردازش Bridge حرفه ای تری است که باعث مدیریت این خطا می شود.

خودتان می توانید بفهمید که شکاف بیش از حد طویل است یا نه، زیرا فیلامنت از وسط شروع به افتادن کرده و فرو می ریزد. همیشه مطمئن شوید که تیک ایجاد بافت ساپورت هوشمند را در نرم افزار اسلایسر خود فعال کرده اید.

راه حل: افزودن ساپورت

یک راهکار ساده و سریع، فعال کردن بافت ساپورت زیر ساختار پل هنگام آماده سازی چاپ در نرم افزار اسلایسر است.

راه حل: افزایش سرعت فن

سرعت فن را افزایش دهید تا فیلامنت سریع تر خنک شود، هر چه فیلامنت سریع تر در جای خود محکم شود، اندازه پلی که می زنید می تواند بزرگ تر باشد (هر لایه متریال پلاستیک باید در کمترین زمان خنک شود تا بتواند خود را بین دو ستون نگه دارد).

راه حل: کاهش سرعت اکستروژن

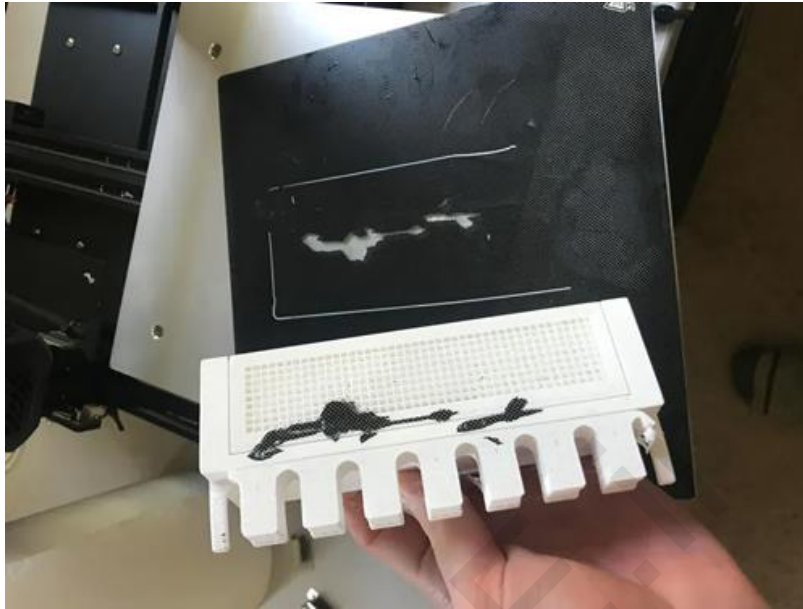
اگر هد پرینتر به سرعت حرکت کند، سرعت و ارتعاشات به طور اجتناب ناپذیری باعث ناپایداری می شوند، حتی پیش از اینکه فیلامنت دیپوزیت شود. چاپ را آرام و ثابت نگه دارید تا پلاستیک مذاب بتواند بخوبی بین دو ستون جا بگیرد و سفت شود. بنابراین در نرم افزار چاپگر سرعت پرینت را کاهش دهید.

راه حل: کاهش دمای اکستروژن

دمای اکستروژن بیش از حد اغلب در پل زدن خود را نشان می دهد و باعث افتادگی پلاستیک مذاب می شود. اگر فیلامنت اکستروژن شده ضخامت های متفاوتی دارد، پس مشکل از دمای اکستروژن است. در نرم افزار چاپگر دمای نازل را کمتر کنید.



## 34. قطعه از روی بستر چاپگر قابل جدا شدن نیست:



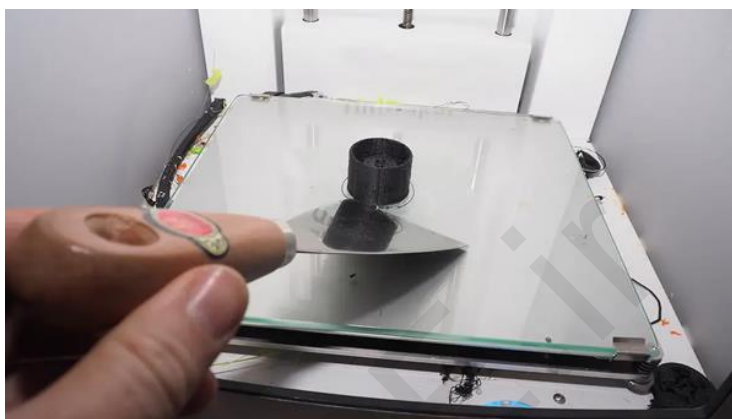
پرینت با موفقیت تمام شده ولی هر چه زور میزنید، قطعه از روی بستر تکان نمی خورد. در واقع چنان محکم به بستر چسبیده که گویی وزن پرینتر را هم تحمل می کند و می توانید چاپگر را با آن بلند کنید! با تلاش بیشتر قطعه در مقابل چشمانتان می شکند.

فیلامنت به شکلی طراحی شده که در زمان گرم شدن حالت چسبناک به خود بگیرد؛ طوری که با اکستروود شدن فیلامنت، لایه ها بهم بچسبند. از آنجا که بستر چاپ گرم است، فیلامنتی که با آن تماس برقرار می کند تا زمانیکه کاملاً خنک شود، کمی چسبنده باقی می ماند. بسترهای چاپ قدیمی و کثیف اغلب باعث چسبندگی ضعیف میشوند ولی گاهی پیوندی بیش از اندازه با قطعه برقرار کنند و با گذشت زمان این پیوند تقریباً می تواند ناگسستنی شود.

چاپی که سطح تماس بزرگی با بستر چاپ دارد، می تواند در زمان جداسازی دردسرساز شود. گویی با قدرتی مکنده با بستر پیوند خورده است. چاپ با فیلامنت بی کیفیت این مشکل را تشدید می نماید.

راه حل: اندکی صبر داشته باشید

شما ساعتها برای اتمام پرینت صبر کرده اید، پس بیشتر تحمل کنید تا چاپ کاملاً خنک شود؛ هیتر بستر چاپ را خاموش کرده و منتظر باشید. پس از خنک شدن، شاید قطعه خودش با کاهش دما جدا شود. فیلامنت با سرد شدن، سخت می شود و چسبندگی لازم برای اتصال را از دست می دهد.



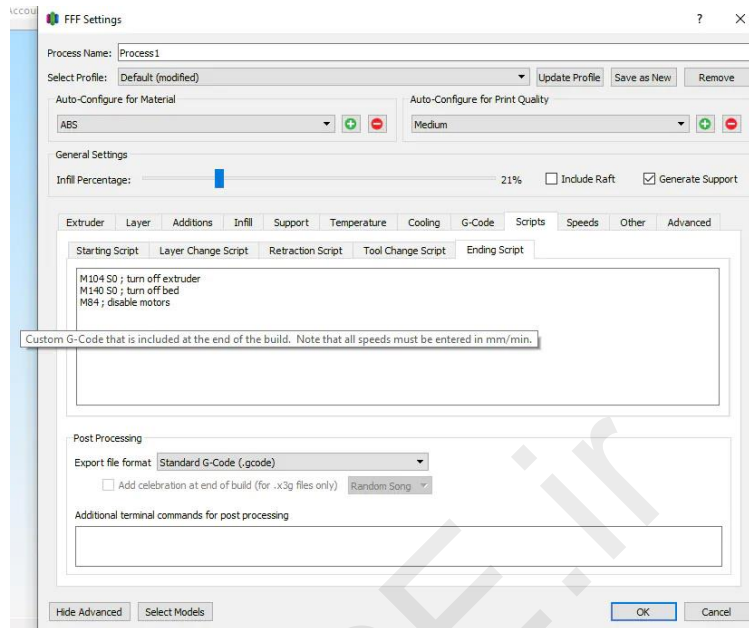
راه حل: استفاده از کاردک نقاشی

اکثر مواقع کاردک بعنوان ابزار ضمیمه با پرینتر سه بعدی عرضه می شود. اگر کاردک ندارید، می توانید آنها را در هر فروشگاه ابزارفروشی پیدا کنید. ابتدا بستر رویین جداشونده را از دستگاه برداشته و روی میز کنار بخش ثابتی دهید تا تکیه گاه داشته باشد (مثلاً میز کنار دیوار). سپس کاردک را بردارید و با دقت در اطراف کف چاپ به کار بگیرید و آنرا آزاد کنید.

راه حل: بستر چاپ را تمیز کنید

شاید این راهکار برای چاپ فعلی مناسب نباشد، اما اگر بستر چاپ شما با دهها بار چسب ماتیکی پوشیده شده است، زمان آن رسیده که تمیزش کنید. با این کار چاپ های بعدی چنین پیوند مستحکمی برقرار نخواهند کرد. اگر قطعه همچنان به بستر می چسبد، آنرا زیر آب گرم (نه آب جوش) نگه دارید و به آرامی از کاردک برای خراشیدن چسب روی سطح بهره بگیرید. فرو کردن در آب داغ نیز معمولاً منجر به رها شدن چاپ میشود، اما باید مراقب باشید تا قطعه شما دفورمه نشود.

## 35. خطای بالا آمدن بستر ساخت پرینتر سه بعدی و خرد شدن قطعه:



ساعتها پرینت با موفقیت تکمیل شده ولی با آخرین حرکت نازل، ناگهان موتور استپر دستور بالا آمدن بستر ساخت را میدهد و قطعه بعلت قرار گرفتن زیر محور فلزی اکسترودر و فشار شدید رو به بالای بستر، در مقابل چشمان حیرت زده شما خرد می گردد.

با توجه به کانفیگ درایور چاپگر سه بعدی و کدهای پیش فرض نرم افزار اسلایسر انتخابی، چنین مشکلی پیش می آید. حرکت رو به بالای بستر ساخت یعنی محور Z در سطح home قرار بگیرد. مثلا دستور **G-code** صحیح نرم افزار اسلایسر Simplify3D در بخش Edit Process Setting و تب Script و زیر مجموعه Ending Script قابل مشاهده است (تصویر قبلی).

*M104 S0 ; turn off extruder*

*M140 S0 ; turn off bed*

*M84 ; disable motors*

بخش Ending Script اسلایسر خود را بررسی کنید و دستور GCode مسبب این کار را از تنظیمات پیش فرض حذف کنید (مثلا نباید دستوراتی شبیه **G Z; Move up 15mm at 1000mm/min** در آخرین کد اسکریپت دیده شوند). معمولا با **uninstall** نرم افزار، انجام یک **reset** در سیستم کامپیوتر و نصب آخرین نسخه بروز نرم افزار مشکل حل می شود. اگر مشکل همچنان پابرجاست با پشتیبانی شرکت سازنده پرینتر خود مشورت کنید.

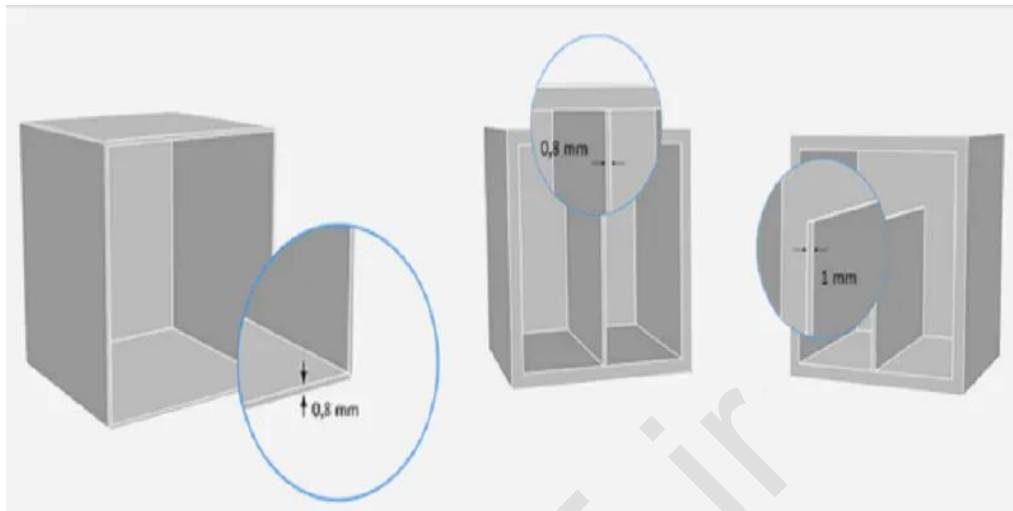
## 36. مشکلات مرسوم نرم افزار اسلایسر چاپگر سه بعدی:

کاربران تازه کار، هنگام نصب نرم افزار Slicer یا اولین مرتبه تنظیم اسلایسینگ مدل، ممکن است با یکسری خطاها مواجه شوند که ربطی به پرینتر سه بعدی ندارد؛ مثلاً:

- بعلت بیش از حد کوچک بودن یا بزرگ بودن فایل سه بعدی، طرح در اسلایسر بارگذاری نمیشود.
- فایل سه بعدی شما در فرمتی غیر از STL بوده و با نرم افزار اسلایسرتان سازگار نیست.
- نرم افزار را به درستی نصب نکرده یا کرک آن فعالسازی نمیشود و با باز کردن برنامه خطای رجیستر کردن برنامه نمایش می یابد.
- مشخصات پرینتر سه بعدی همانند ابعاد و تعداد نازل و ... را در نرم افزار اسلایسر درست تعریف نمی کنید.
- می ترسید نرم افزار را به آخرین نسخه بروزرسانی کنید و با چندین باگ نرم افزاری، همچنان پرینت را ادامه میدهید.
- نرم افزار را بروزرسانی می کنید، بدون اینکه قبلاً از تنظیمات سفارشی سازگار شده با دستگاهتان بک آپ گرفته باشید و حالا نرم افزار به حالت پیش فرض رفته است.
- در نرم افزار Simplify3d یک فایل متفرقه فرمت save as factory بارگذاری می کنید که باعث از بین رفتن تنظیمات سفارشی سیمپلیفای سیستم شما میشود.
- درایور کارت گرافیک و سخت افزار سیستم تان، توانایی پردازش نرم افزار اسلایسر را ندارد.
- مدل سه بعدی بدرستی در بستر اسلایسر چینش نمیشود (فرضا به گوشه بستر رفته و در مرکز نیست).

37. خطاهای ناشی از فایل سه بعدی ناسازگار با فرآیند پرینت:

مشکلاتی که ربطی به چاپگر سه بعدی نداشته و فقط مدل سه بعدی نامناسب است.



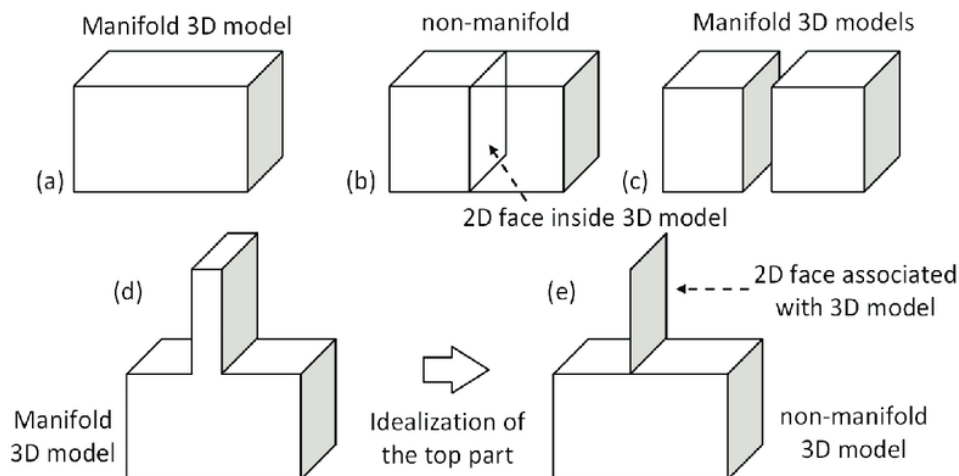
**ضخامت دیواره:** مبحث wall Thickness یکی از مهمترین فاکتورها در پرینت سه بعدی است که متأسفانه اغلب «طراحان سه بعدی» درک درستی از آن در فرآیند 3D Print ندارند و فایل سه بعدی ایجاد شده توسط این افراد اگرچه ظاهر نرم افزاری خوبی دارد ولی اصلاً برای چاپ سه بعدی بهینه نیست (در مدلسازی صنعتی معمولاً کمتر این نوع خطا مشاهده میشود و اغلب مدلسازان حوزه معماری یا انیمیشن هستند که طرحهایشان شلوغ، پیچیده با المانهای ناسازگار است).

نوع فناوری چاپگر سه بعدی

حداقل ضخامت دیواره سازگار

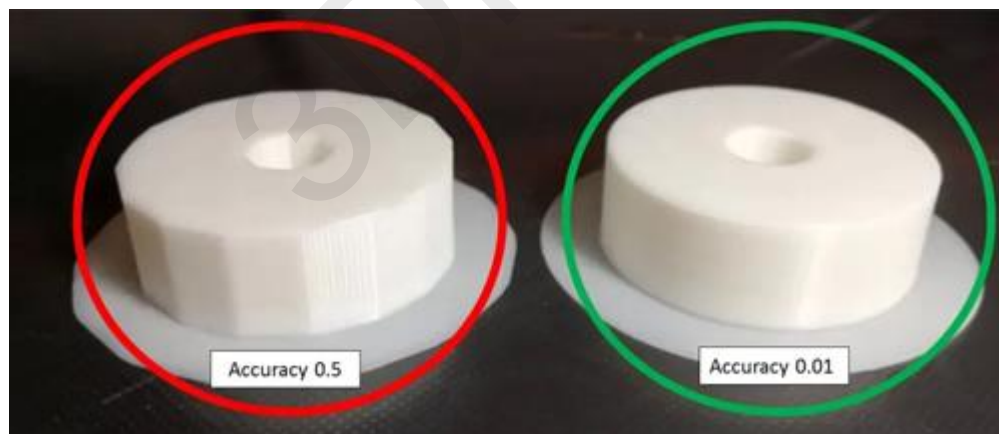
Recommended Minimum Wall Thickness

FDM	0.8 mm	(با ریسک ریزش در بخشهای پرتنش)
SLA/DLP	0.5 mm	
SLS	0.7 mm	
Material Jetting	1.0 mm	
Binder Jetting	2.0 mm	
DMLS/SLM	0.4 mm	



**فضای خالی یا گپ:** هر مدل سه بعدی که برای چاپ سه بعدی در نظر گرفته شده است باید کاملاً منیفولد (آب بند) باشد؛ یعنی هر لبه هندسی که منطقیاً می‌خواهید در کنار هم بمانند، باید دقیقاً به 2 چند ضلعی متصل شود و مدل نباید دارای سوراخ یا دارای گپ باشد.

فایل‌های سه بعدی که منیفولد نیستند، ممکن است توسط نرم‌افزار چاپگر سه بعدی اشتباه تفسیر شوند. گاهی این مشکلات در پیش نمایش نرم‌افزار اسلایسر قابل مشاهده نیستند و در اواسط پرینت خطا ظاهر می‌گردد. ساده ترین راه برای بررسی اینکه آیا یک مدل قابل چاپ است یا خیر، بررسی دقیق بخش سیمولیتور (پیش نمایش چاپ نرم افزار اسلایسر)، مشورت با طراح سه بعدی فایل یا نهایتاً استفاده از یک نرم افزار تحلیلگر مانند Netfabb یا Meshmixer است (این برنامه‌های آنالیزور ویژگی‌های هندسی مدل را بررسی می‌کنند که آیا در مرحله پرینت سه بعدی مشکلاتی ایجاد می‌کنند یا خیر).



**پرینت چند ضلعی سطوح منحنی:** در اواسط این کتاب در بخش دقت ابعاد، درباره چند ضلعی شدن صحبت کردیم. نرم‌افزارهای مدل‌سازی CAD، برای نمایش سطوح مدل سه بعدی از بافت مش استفاده می‌کنند. هنگام اکسپورت مدل سه بعدی خود به فرمت STL که در چاپ سه بعدی بکار می‌رود، مهم است که مقدار تراکم مناسبی برای نمایش این سطوح مش استفاده شود تا مطمئن شوید این بخشها پس از ساعتها پرینت سه بعدی و مصرف متریکال گران، دارای ظاهری صیقلی و کاملاً گرد خواهند بود (مثل حالتی که در نرم افزار می‌بینید).

اگر قطعه گرد بصورت چند ضلعی پرینت شده، بدانید که فایل سه بعدی رزولوشن مناسب در این بخشها ندارد. فرمت فایل [STL](#) برای پرینت سه بعدی استفاده می شود و از یک سری مثلث های مرتبط برای بازسازی هندسه سطح یک مدل جامد استفاده می کند (هر دو سطح تخت یا کروی). پس هنگامی که وضوح را افزایش می دهید، از مثلث های بیشتری استفاده می شود که سطوح مدل سه بعدی را بهتر بازسازی می کند.

- اگر مدل سه بعدی با چند ضلعی های خیلی کم صادر شود، لبه های متصل کننده چند ضلعی های مجزا اغلب در قسمت چاپ سه بعدی نهایی قابل مشاهده خواهند بود. این اثر در مدل های بزرگ (بزرگتر از 300 میلی متر مکعب)، که در آن چند ضلعی ها روی سطوح منحنی آشکارتر می شوند، برجسته تر است.
- اگر مدل سه بعدی با چند ضلعی های بیش از حد صادر شود (رزولوشن بسیار بالا)، حجم فایل آن بطور غیرضروری بزرگ می شود و پردازش آنرا دشوار می کند و تأثیری هم در کیفیت نهایی قطعه چاپ شده نخواهد داشت، زیرا جزئیات بسیار کوچک را نمی توان پرینت کرد.

بنابراین هنگام اکسپورت فایل سه بعدی، با توجه به هندسه آن و دقت پرینت مورد نظرتان، آیتیم Accuracy را بدرستی تنظیم کنید.



## مشکلات چاپ سه بعدی SLA

پرینت سه بعدی با متریال پرهزینه رزین اغلب چالش برانگیزتر از چاپ با متریال ترموپلاستیک فیلامنت می باشد. بنابراین آشنا بودن با عوامل مرسوم ایجاد خطا در چاپگرهای سه بعدی SLA، در جلوگیری از اتلاف وقت و هزینه موثر است.

## 38. خطای رزین سرد:



همانند چاپ سه بعدی FDM، دمای محیط می تواند نقش مهمی در چاپ رزین فتوپلیمر حین فرایند SLA داشته باشد. اگر رزین شما خیلی سرد باشد، بعید است که بخوبی چاپ شود و اگر هم بشود، کیفیت خوبی نخواهد داشت و منجر به پرینت نیمه کاره و چسبندگی صفحه ضعیف می شود.

راه حل: منتقل کردن پرینتر به یک اتاق گرم تر

راهکار ساده ای مثل انتقال چاپگر SLA و متریالها به یک اتاق گرم تر نزدیک به منبع گرمایشی می تواند مشکل را رفع کند و چاپ های رزین را به حالت ایده آل برساند. البته موارد ایمنی را حتما رعایت کنید تا آتش سوزی یا موارد ناگوار دیگری اتفاق نیفتد.

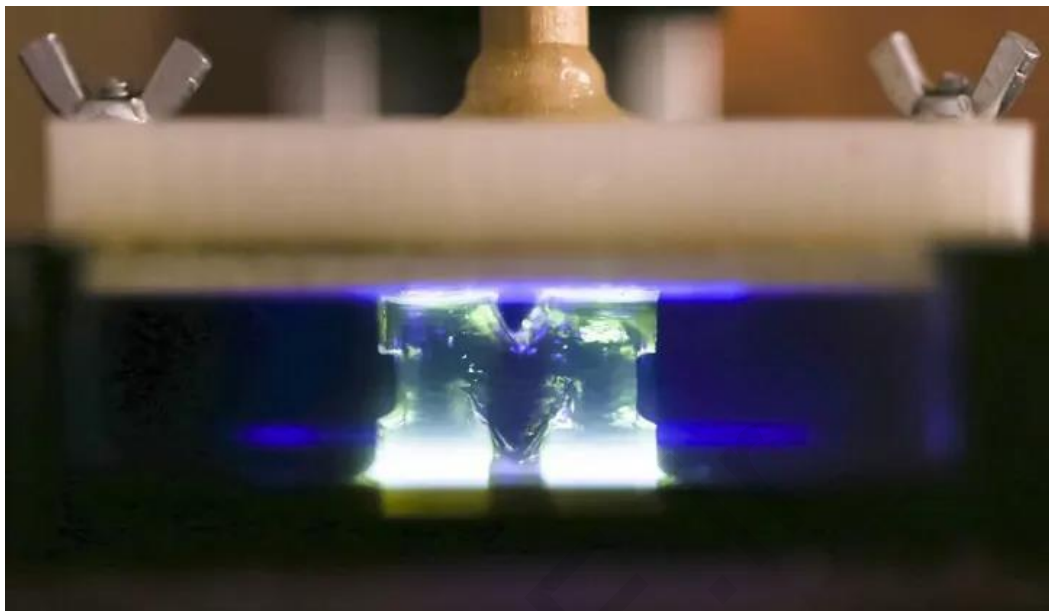
راه حل: تابش منبع لیزر

بررسی کنید که تابنده بخوبی می تواند رزین را پرداخت کند.

راه حل: بررسی سازگاری مارک رزین با پرینتر

با توجه با ساختار لیزر، هر چاپگر SLA استاندارد متریال رزین سازگار خود را دارد. بررسی کنید آیا رزین کیفیت و استاندارد لازم را دارد.

## 39. پرینت رزین سریع و بی کیفیت تمام می شود:



در چاپ سه بعدی SLA یک منبع نور UV معمولاً لیزر، رزین فتوپلیمر را سخت می کند. دقیقاً مانند فیلم عکاسی که برای گرفتن عکس به مقدار قابل توجهی نور نیاز دارد، رزین نیز باید پیش از سفت شدن در معرض مقدار مناسبی نور قرار بگیرد.

عدم قرارگیری در معرض نور کافی، خواه ناشی از حرکت لیزر با سرعت زیاد باشد و خواه کم بودن قدرت لیزر، منجر به عدم چاپ می شود یا چاپ های ضعیفی به جا می گذارد که به اندازه کافی سفت و سخت نشده اند.

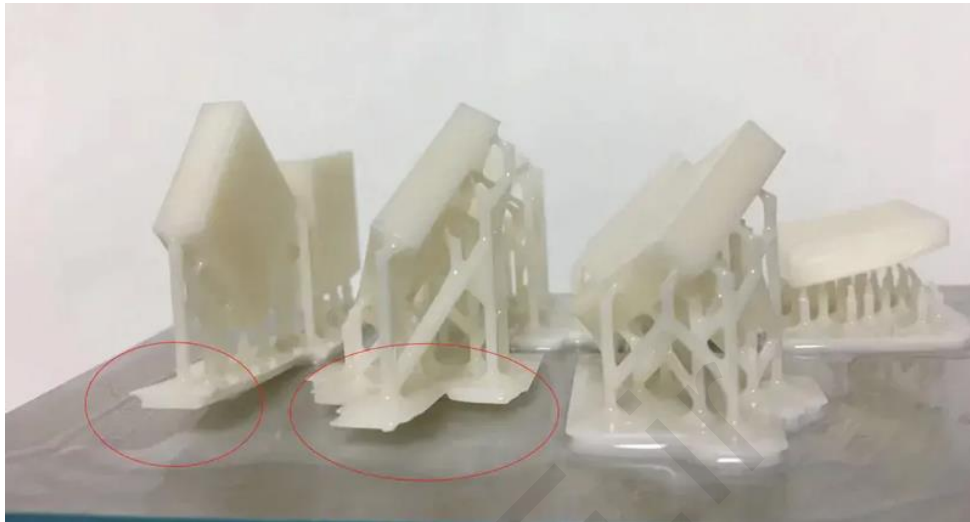
راه حل: کاهش سرعت چاپ

بسته به چاپگری که استفاده می کنید، می توانید سرعت چاپ را در [نرم افزار اسلایسر](#) رزینی کاهش دهید. انجام این کار می تواند مشکل چاپ ضعیف یا عدم چاپ را برطرف نماید، هر چند توصیه می کنیم که ابتدا دمای رزین خود را بررسی کنید. بسیاری از مشکلات کاربران با گرم شدن حل می شود.

راه حل: بررسی تابنده

مطمئن شوید که تابنده لیزر بدرستی کار می کند و قدرت کافی برای پرداخت رزین را دارد.

## 40. جدا شدن رزین از بستر چاپ:



پرینت در مخزن شناور شده یا بخشی از آن کنده شده است. ممکن است شیوه جابجایی پرینتر سه بعدی SLA به لایه بعدی به گونه ای باشد که نیروی لایه برداری بیشتری نسبت به تحمل چاپ شما اعمال می کند. در پرینترهای سه بعدی SLA بالا به پایین (دستگاههای جدید و گرانتر)، نیروی لایه برداری اثری مکشی است که با هر بار جابجایی صفحه ساخت روی چاپ اعمال می شود. بسته به مکانیسمی که پرینتر شما این عمل را انجام می دهد، چند ترفند برای به حداقل رساندن یا دست کم کاهش این کشش وجود دارد.

عامل دیگری که بر چسبندگی چاپ تاثیر می گذارد، آماده سازی درست صفحه چاپ است. در پرینترهای SLA پایین به بالا (استاندارد قدیمی) که روی یک صفحه فلزی مسطح چاپ می کنند، وقتی صفحه آجدار یا زبر باشد، مدل به خوبی می چسبد. از طرف دیگر، شاید لایه رابط شما در مخزن رزین دارای سایه است که مانع از برخورد لیزر با رزین می شود.

گاهی همه چیز خوب پیش می رود ولی با پیشرفت چاپ و کاهش سطح رزین، یک نوسان جزئی دما می تواند کار را خراب کند.

راه حل: تغییر موقعیت چاپ

اگر پرینتر شما از یک مخزن رزین کج بعنوان بخشی از مکانیسم خود استفاده می کند (این طراحی به منظور کمک به کاهش نیروی لایه برداری ایجاد شده است)، باعث می شود که سراسر صفحه چاپ دارای شیب باشد که در آن کنش نیرو؛ از بسیار قوی به سمت ضعیف کاهش می یابد. قرار دادن پرینت در ناحیه ای از صفحه ساخت که تحت نیروی لایه برداری کمتری است، می تواند به چسبندگی چاپ شما کمک کند؛ علاوه بر این، فشار بر روی بخش های بلندتر را که آزادانه ایستاده اند یا به ساپورت متکی هستند، کاهش می دهد.

راه حل: ترازبندی مخزن

بسته به نوع پرینتر، ممکن است امکان تراز کردن خودکار یا دستی بستر و مخزن را داشته باشید. اگر دیدید که تنها بخشی از چاپ شما به صفحه ساخت چسبیده است، شاید هنگام تابش لیزر، بستر چاپ شما بدرستی در برابر لایه واسط درون مخزن قرار نمی گیرد. یکی دیگر از نشانه های این موضوع صفحه ای از رزین سخت شده است که پس از اتمام یا لغو چاپ به رابط شما در داخل مخزن می چسبد.

نوعی دستورالعمل برای ترازبندی بستر چاپگر خود بیابید یا مراحل کالیبراسیون پیشرفته را انجام دهید.

راه حل: بررسی دما

ممکن است تنظیمات چاپ مناسب باشد اما رزین بخوبی سخت نشود. سرد بودن بیش از حد رزین باعث عدم چسبیدن به بستر می شود (بدلیل قرار گرفتن در جای نامناسب). تلاش کنید که رزین و محفظه چاپ را بنوعی گرم کنید (انتقال پرینتر به یک اتاق گرم تر می تواند راهکاری مناسب باشد).

راه حل: بررسی لایه رابط مخزن رزین

اکثر پرینترهای SLA به یک لایه نازک از متریالی ژل مانند در کف مخزن رزین مجهز هستند که به عنوان لایه رابط عمل می کند. در چاپگرهای رزینی پایین به بالا (مدل رایج دستگاه های ارزان) صفحه ساخت روی لایه رابط فشار می آورد تا یک لایه نازک از رزین برای ساخت لایه بالا بیاید. عدم رسیدگی و فرسودگی در طول زمان منجر به تضعیف می گردد، بصورتی که برخی قسمت های صفحه ساخت دیگر توانایی چاپ ندارند. راهکار این است که لایه رابط را جایگزین کنید (مثلا محلولهای سیلیکونی ترمیم لایه) و اگر نتوانستید، یک مخزن جدید خریداری کنید. در غیر این صورت، موقعیت چاپ های خود را طوری تنظیم کنید که در بخش های سالم و آسیب ندیده مخزن قرار بگیرند.

راه حل: تصفیه کردن رزین

ممکن است در حین چاپ با قطعات کوچکی از رزین برخورد کنید که در داخل مخزن شناور هستند. این کوچولوهای نابکار می توانند سد راه شوند و در پرداخت رزین خلل ایجاد کنند. بهترین کار این است که پس از هر پرینت مخزن را تمیز کنید تا نه تنها این تکه ها را بیرون بیاورید، بلکه رزین های چسبیده به کف مخزن را نیز خارج کنید.

راه حل: هم زدن دوباره رزین

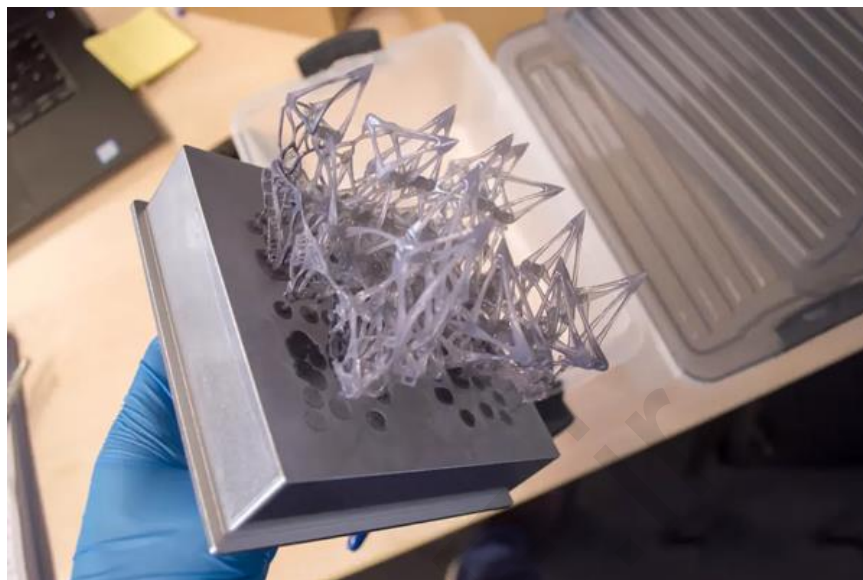
اگر مرحله بالا را انجام داده و رزین خود را تصفیه و تمیز کرده اید، اما سپس دستگاه را چند روز به حال خود رها کرده اید، این امکان وجود دارد که رزین ته نشین شود و رنگدانه های سنگین رزینهای رنگی در لایه ای جداگانه جمع شوند و به صورت ناپختنواخت چاپ شوند.

راه حل: سمباده زدن صفحه ساخت

گاهی اوقات صفحه ساختی که با پرینتر عرضه می شود می تواند کمی بیش از حد صاف باشد، به این معنی که فقط در بهینه ترین شرایط چاپ بدرستی به صفحه می چسبد. می توانید این مشکل را با سمباده زدن آرام صفحه ساخت با یک کاغذ سمباده درجه متوسط حل کنید. حتماً پس از پایان کار صفحه را بخوبی تمیز کنید، چون در غیر این صورت یک سری ذرات وارد رزین می شوند که در چاپ خلل ایجاد می کنند.

3DPE.ir

## 41. جابجایی یا شیفت پرینت رزینی:



خطایی شبیه مشکل جدا شدن و شناور شدن قطعه میباشد. در مرحله ای از چاپ، تکه ای از رزین سخت شده جابجا می شود؛ این تکه یا بطور کامل جدا می شود یا به اندازه ای حرکت می کند که با سایر قسمت های پرینت تداخل پیدا می کند و چاپ را به هم می ریزد.

احتمالاً نیروهای داخل مخزن مقصر اصلی بروز مشکل هستند؛ این امر در متریا ل مایع SLA که تغییر شکل می دهد، صدق می کند. ممکن است جهت دهی مدل نسبت به نیروهای لایه برداری نادرست باشد و در نتیجه حرکاتی انحرافی ایجاد شود که باعث جدایی قطعات یا ساپورتها شود. این امر باعث می شود که لایه های بعدی بجای اینکه روی مدل چاپ شوند، روی رابط مخزن شکل بگیرند، بنابراین با یک شکست به دو مشکل برخورد می کنید.

از طرف دیگر، شاید موقعیت چاپ درست باشد اما ساختارهای ساپورت به اندازه کافی قوی نباشند.

شاید همه چیز بخوبی چاپ شود، اما در نهایت چاپی با یک سطح مقطع بزرگ داشته باشید که با نیروی لایه برداری بیش از حد، یا در صورت توخالی شدن، به واسطه زهکشی ناکافی همه چیز را بهم بریزد.



راه حل: چاپ های بزرگ را توخالی کنید

مدلهایی که دارای سطح بزرگی در تمام بخشها هستند، باید حتماً بصورت توخالی چاپ شوند و سوارخهای زهکشی را تا جای ممکن به آن بیفزایید. بنابراین بجای اینکه با هر بار تغییر لایه، یک سطح صاف بزرگ از کف مخزن رزین جدا شود، مقدار نازک تری از رزین جدا می شود. این کار به نیروی کمتری نیاز دارد و احتمال اینکه چاپ شما جدا بشود کمتر است - هرچند برای دستیابی به بهترین نتیجه حتماً باید سوراخ های زهکشی را با استفاده از نرم افزار مدل سازی / اسلایسر خود اضافه کنید. بدون افزودن حفره هایی به توده های جامد، مخزنی از رزین پرداخت نشده در داخل مدل به دام می افتد؛ زباله ای گران قیمت که مزایای توخالی کردن مدل را از بین می برد!

راه حل: ساپورت های قویتر

اگر مدل برای چاپ رزینی خوب به نظر میرسد، اما همچنان به تاثیر نیروی لایه برداری در چاپ های ناموفق قبلی مشکوک هستید، بهتر است بافت نگهدارنده یا ساپورتها را تقویت کنید. مثلاً پهنای نوک ساپورتها، یعنی جاییکه ساپورت با مدل برخورد می کند، را به اندازه کسری از میلیمتر افزایش دهید. همچنین می توانید ساپورت های بیشتری به پرینت اضافه کنید، البته اگر با پرداخت نهایی طولانی تر و تمیزکاری بیشتر پس از اتمام پرینت رزینی مشکلی ندارید.

راه حل: بررسی بستر ساخت

ممکن است که سکوی ساخت شما صحیح تنظیم و محکم نشده باشد. وقتی پرینتر SLA در حال چاپ است و سکوی ساخت لایه به لایه حرکت می کند، تغییرات جزئی ناشی از تکان خوردن سکو می تواند باعث عدم تراز شدن لایه ها و جدا شدن آنها شود.

راه حل: جهت دهی مجدد به چاپ

اغلب اوقات مشکل چاپ سه بعدی SLA با جهت دهی بهتر به مدل قابل حل است. این امر نه تنها می تواند کیفیت چاپ را بهبود ببخشد، بلکه تنشهای موجود در مخزن را کاهش داده و شانس چاپ موفق را بیشتر خواهد کرد.

برای جهت دهی بهینه مدل، باید موارد زیر را در نظر بگیرید:

- تثبیت موقعیت مدل:

بسیاری از پرینترهای سه بعدی SLA پایین به بالا دارای نوعی مکانیزم لایه برداری برای جدا کردن صفحه چاپ از پایین مخزن رزین در هنگام تغییر موقعیت در محور Z هستند. بسته به روشی که پرینتر شما این کار را انجام می دهد، ممکن است قدرت این نیروی لایه برداری در سطح صفحه چاپ تغییر کند. اگر چنین است و چاپگر شما اینگونه عمل می کند، می توانید با قرار دادن چاپ در ناحیه ای که در معرض نیروی لایه برداری ضعیف تری است، احتمال موفقیت چاپ را در برابر نیروها افزایش دهید.

- ساپورت کردن بخش های آویزان:

همانند پرینت سه بعدی FDM متریال پلاستیک، بخشهای آویزان یا برآمدگی های بزرگ برای چاپ موفق به بافت نگهدارنده نیاز دارند. البته در برخی مدل های سه بعدی، با زاویه دهی (مثلاً تغییر وجه چینش روی بستر) می توانید نیاز به ساپورت را کاهش دهید؛ بنابراین زوایای بخشهای آویزان را در فرایند کم کرده و آنها را برای چاپ بدون ساپورت آماده کنید.

- نقاط حداقلی:

مانند بخشهای آویزان که نیاز به بافت نگهدارنده دارند، نقاط حداقلی، یعنی قسمتهایی جدا از چاپ رزینی که مستقیماً به بدنه چاپ متصل نیستند و به ساپورت نیاز دارند. فیگوری را تصور کنید که دستانش به سمت بالا قرار دارد، در این حالت نوک انگشتان به عنوان نقاط حداقلی در نظر گرفته می شوند، زیرا چاپ آنها جدا از بدن آغاز می شود، در حالی که بازوها به شانه ها متصل می شوند. چنین نقاطی نیاز به بافت نگهدارنده دارند، در غیر این صورت به احتمال زیاد از بین می روند و در مخزن رزین شما شناور می شوند.

از طرف دیگر، می توانید با جهت دهی درست به مدل نیاز به ساپورت را از بین ببرید (یعنی فیگور را بچرخانید تا نقاط حداقلی حذف شوند، زیرا بدن اول به سمت بازوها چاپ می شود و در نهایت به پاهای می رسد).

- مکیدن:

ممکن است مدل شما دارای حفره هایی رو به مخزن پرینت باشند- بویژه اگر مدل بزرگی باشد که آنرا توخالی کرده اید. این ویژگی می تواند باعث افزایش بیش از حد نیروی لایه برداری شود (و به احتمال زیاد چاپ را خراب کند).

اگر مدل توخالی است، زاویه دادن به آن می تواند اثر مکش را به حداقل برساند یا دست کم جلوی خرابی آن را بگیرد. راهکار دیگر اضافه کردن سوراخ های زهکشی به مدل در نرم افزار مدل سازی است تا به رزین اجازه دهد که با هر تغییر لایه جریان پیدا کند.

## 42. ترک خوردگی یا لایه لایه شدن پرینت رزینی:



در بخشهایی از پرینت رزینی برخی لایه ها اصلاً بهم نچسبیده اند یا از هم جدا شده اند. وقتی لایه های چاپ SLA بخوبی متصل نمی شوند معروف به لایه لایه شدن یا Delamination، چند دلیل وجود دارد. ممکن است چاپ را صحیح جهت دهی نکرده باشید تا نقاط حداقلی در چاپ وجود نداشته باشند. این بخشها جدا از بدنه اصلی که روی سکوی ساخت قرار دارد چاپ می شوند و به همین دلیل جدا می شوند؛ بنابراین چاپ لایه ها به صورت نامرتب انجام می شود و اغلب نتیجه نهایی را خراب می کند. مطمئن شوید که تمام زوایای شدید و نقاطی که مستقیماً به بدنه اصلی متصل نیستند، دارای ساپورت باشند.

علاوه بر بخش های بدون بافت ساپورت، وجود ضایعات، رزینی که درست مخلوط نشده و سایه افتادن روی مخزن می تواند دلیل لایه لایه شدن باشد. رسیدگی به این موارد آسان است.

همچنین، لایه لایه شدن می تواند پس از پایان موفق چاپ و در مرحله پولیش نهایی رخ دهد. اگر متریال شما دارای چسبندگی لایه ضعیف است، قرار دادن قطعه در الکل ایزوپروپیل برای مدت طولانی می تواند منجر به تضعیف بیشتر لایه ها شود و قطعه را خراب کند.

راه حل: بافت ساپورت

اگر نقاط حداقلی ساپورت نشوند، چاپ SLA را خراب می کنند. مطمئن شوید که برای تمام زوایای تند و نقاطی که مستقیماً به بدنه چاپ متصل نیستند، بافت نگهدارنده در نظر گرفته آید. البته اغلب می توانید در نرم افزار چاپگر، جهت دهی را به گونه ای انجام دهید که نیاز به ساپورت را به حداقل برسانید.

راه حل: بررسی باز بودن مسیر لیزر

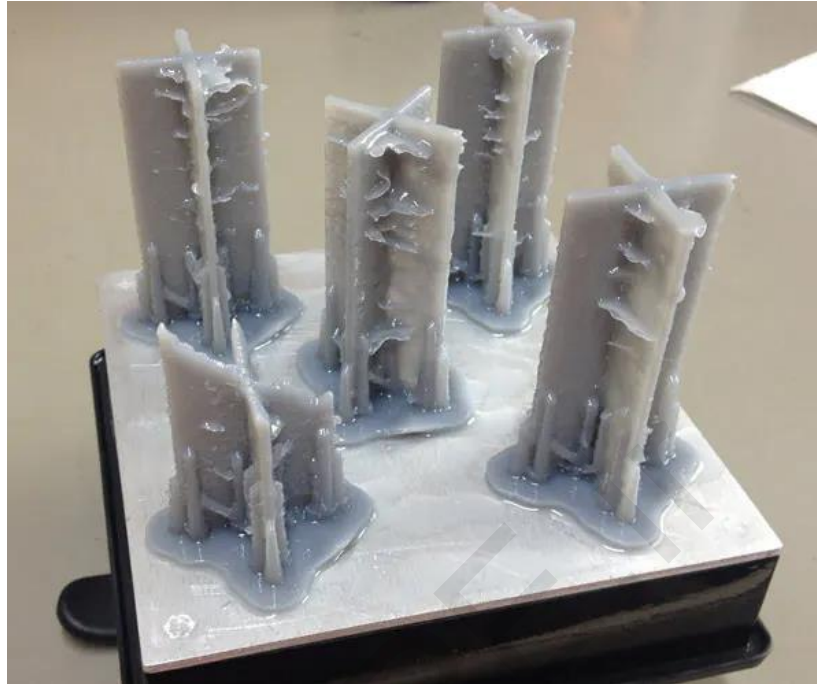
ما در اینجا بطور همزمان به چند نکته اشاره می کنیم، چون همه آنها دلیل مشابهی دارند - وجود مانع در مسیر تابش لیزر به رزین. ابتدا باید بررسی کنید که رزین شما تمیز و بدون ضایعات باشد (می توانید از ابزار تمیزکاری بهره ببرید یا رزین را روی یک فیلتر بریزید تا تکه های ریز رزین که از چاپهای قبلی در آن شناور مانده اند، الک شوند).

اکنون که می دانید رزین شما شفاف است و بخوبی مخلوط شده، مقصر بعدی احتمالاً انتهای مخزن خواهد بود - یعنی لایه رابط. اگر این اولین چاپ با مخزن فعلی نیست، پس باید از عدم وجود سایه روی لایه رابط مخزن رزین مطمئن شوید. بدون شک نشانه هایی کم رنگ از چاپهای قبلی قابل مشاهده هستند و به مرور زمان می توانند مانع تابش لیزر شوند و در نتیجه به چاپ های ضعیف یا حتی ناموفق ختم شوند. اگر اینطور است، زمان آن رسیده که یک لایه رابط جدید (یا بسته به دستگاه شما، یک مخزن جدید) تهیه کنید.

راه حل: عدم قرار دادن چاپ در الکل ایزوپروپیل برای مدت طولانی

اگر در مورد اتصال محکم لایه ها تردید دارید، شستشوی قطعه برای مدت طولانی در الکل ایزوپروپیل می تواند این ضعف را افزایش دهد. چرخه شستشوی خود را به حداقل برسانید و پیش از شستشو، رزین های اضافی را با آرامش حذف کنید.

## 4.3. لایه های کاذب یا زوائد سطح پرینت رزینی:



تکه هایی از رزین سخت شده در چاپ دیده می شوند که بخشی از مدل نیستند و ظاهر زشتی به آن داده اند. علت بروز این خطا، مسیر اشتباه لیزر است. گاهی اوقات نور لیزر پراکنده شده و به جایی خارج از نقطه مورد نظر می تابد. همچنین رزین ته نشین شده، رزین کدر شده با ذرات درشت از چاپ های قبلی یا صفحه های کثیف و لکه دار بین لیزر و رزین از دلایل دیگر این خطاست.

راه حل: فیلتر کردن رزین

رزین را از یک فیلتر رد کنید تا ذرات سفت شده از چاپ های گذشته حذف شوند. این فیلترهای کاغذی و توری که در فروشگاهها در دسترس هستند، ذرات بزرگی را جذب می کنند که می توانند رزین را در طول فرایند کدر کنند.

راه حل: هم زدن رزین

اگر رزین شما چند روز بدون استفاده باقی مانده، ممکن است ته نشین شود. در این حالت، رنگ دانه ها در لایه ای ضخیم تر نسبت به فتوپلیمر ته نشین می شوند. رزین را هم بزنیید و مطمئن شوید که رنگدانه و فتوپلیمر بصورت یکنواخت مخلوط شده اند؛ معمولاً عدم وجود رگه ها در رزین نشانگر این است که فرایند هم زدن صحیح انجام شده است.

راه حل: بررسی / تمیز کردن مسیر لیزر

بسته به دستگاهی که دارید، می توانید به حائل شفاف محافظ لیزر / گالوانومتر دسترسی داشته باشید. اگر می توانید آن را بررسی کنید و مطمئن شوید که از گرد و غبار، اثر انگشت و سایر ضایعات، که ممکن است مانع عبور نور لیزر شوند، پاک باشد.



شرکت «توسعه‌گران بعد سوم» سازنده پرینتر سه بعدی ایرانی با گارانتی و خدمات پس از فروش می‌باشد.

برای مشاوره رایگان کفایت با ما تماس بگیرید.

[3DPE.ir](http://3DPE.ir)



[wa.me/989125257385](https://wa.me/989125257385)

